



De El Arenosillo al CEDEA

Mariano
Vázquez Velasco



SECRETARÍA DE ESTADO DE DEFENSA

INSTITUTO NACIONAL DE
TÉCNICA AEROSPACIAL



Mariano Vázquez Velasco

(Peñafile, Valladolid, 1941) es Ingeniero Técnico Aeronáutico y teniente coronel (CIET) del Ejército del Aire

En diciembre de 1962 ingresó en el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial donde ha continuado hasta su retiro en 2006. Primeramente y en la Sección de Armamento Aéreo, interviene en programas de armas (ametralladoras, bombas y cohetes tierra-aire) y en los proyectos de los cohetes S-9, S-10 y S-11. En 1969 se integra en el proyecto del cohete INTA-255 y después, en los del INTA-300 e INTA-300G, así como en los procesos de fabricación, integración y lanzamientos del segundo de ellos.

Los ensayos de estos dos cohetes hacen que entre en contacto con El Arenosillo, del que fue nombrado jefe en julio de 1982; en ese periodo dirige todos los programas de cohetes en el centro: INTA-100, Globus y Dyana, Calentamiento Súbito y Ozonoférico, Globos Transmediterráneos (del que fue miembro del Comité hispano-franco-italiano) y la mejora y ampliación de las actividades de la Estación de Sondeos Atmosféricos y del Laboratorio de Sistemas de Energía Terrestre.

En 1989 fue nombrado jefe del Programa de Potenciación del CEDEA, encaminado a convertir dicho centro en una moderna instalación para ensayos de misiles, actividad que terminó en 2004, continuando en la Subdirección General de Experimentación y Certificación en Torrejón.

Durante 37 años académicos ha sido profesor de asignaturas relativas a cohetes, misiles y propulsantes en la Escuela Universitaria de Ingenieros Técnicos Aeronáuticos (EUITA) de la UPM. Ha sido distinguido con felicitaciones nacionales y extranjeras, así como con la Cruz, Encomienda y Placa de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, dos cruces del Mérito Aeronáutico y la Medalla de la EUITA. También con el Premio de Ingeniería III Milenio 2006, otorgado por la M. I. Academia Mundial de Ciencias, Tecnología, Educación y Humanidades de Valencia.



De El Arenosillo al Cedeá

Mariano Vázquez Velasco

CATÁLOGO GENERAL DE PUBLICACIONES OFICIALES
<http://www.060.es>

Los derechos de esta obra están amparados por la Ley de Propiedad Intelectual. No podrá ser reproducida por medio alguno, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, sin permiso previo de los titulares del © Copyright.

© Mariano Vázquez Velasco

© Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial «Esteban Terradas»

Edita:



NIPO: 078-10-001-0

ISBN: 978-84-930056-5-8

Depósito Legal: M-45397-2010

Diseño y Arte: Vicente Aparisi

Tirada: 500 ejemplares

Fecha de edición: Noviembre 2010

Imprime: Imprenta Nacional del Boletín Oficial del Estado.

índice

Prefacio	5
----------------	---

PRIMERA PARTE

EL ARENOSILLO. GESTACIÓN E INICIOS (1964-68)	7
--	---

Capítulo 1: LOS PRIMEROS PASOS (1964-66)	8
---	----------

Antecedentes y primeros estudios	8
Posibilidades de emplazamiento. Cabo Ortegal y la zona onubense	11
Primera programación de lanzamientos y necesidades de personal	16

Capítulo 2: ACUERDOS CONIE-NASA E INTA-NASA	18
--	-----------

Los memorandos	18
La elección de la zona onubense	21
Primer entrenamiento en EEUU	22

Capítulo 3: EL ARENOSILLO Y SU INSTALACIÓN	25
---	-----------

El punto elegido	26
Los preparativos	27
Personal y cometidos	31
Instalaciones y equipos. El radar y las primeras telemidas	33
Los cohetes y sus cargas útiles. <i>Judi-Dart</i> y <i>Skua 1</i>	40

Capítulo 4: LA PRIMERA CAMPAÑA (1966)	43
--	-----------

Planificación	43
Lanzamientos y logros científicos	45

Capítulo 5: LA CUENTA ADELANTE CONTINÚA (1967-68)	51
--	-----------

La espera y la consolidación	51
El Max Planck Institute y el Programa Conie-NASA-CNES	55

SEGUNDA PARTE

LOS GRANDES PROGRAMAS (1969-85)	59
---------------------------------------	----

Capítulo 6: MEJORAS DE INSTALACIONES Y NUEVOS PROGRAMAS (1969-1972)	60
--	-----------

El Programa de las Granadas Acústicas	60
El INTA-255	64
El mayor número de lanzamientos anuales. Ionosfera y Mesosfera (1970)	67
Cambios en El Arenosillo y nuevos programas (1971-72)	72

Capítulo 7: EL MPI Y EL DFVLR. LAS CAMPAÑAS HUELVA (1973-78)	77
---	-----------

El inicio de nuevos programas. La astronomía llega a El Arenosillo	78
La γ -Orion y el cometa <i>Kohoutek</i> . La nebulosa del <i>Cangrejo</i>	80
El primer INTA-300	85
El satélite Intasat	87
La Anomalía Invernal, entre la <i>Vía Láctea</i> y la supernova <i>Casiopea</i> (1975-76)	89

Capítulo 8: LOS GLOBOS TRANSMEDITERRÁNEOS	98
Descripción de los vuelos y equipamiento utilizado	98
Actividades del programa	103

Capítulo 9: OTROS PROGRAMAS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS	105
La campaña <i>Huelva 8</i> y su carga útil tecnológica (1977)	105
El tercer INTA-300 y su carga útil mixta (1978)	107
Campo Electromagnético y Programa Ionosférico	111
El cuarto INTA-300 y la Luminiscencia Nocturna	116
Nuevos programas INTA y relevos de personal	121
La incertidumbre y el Programa Globus	124
El INTA-100 <i>Rocío</i>	128

TERCERA PARTE

EL CEDEA Y LOS ÚLTIMOS COHETES DE SONDEO	133
---	------------

Capítulo 10: LA TRANSFORMACIÓN SE APROXIMA	134
La Ley de la Ciencia. Hacia el Cedeá	135
El Programa Dyana	140

Capítulo 11: EL CENTRO EXPERIMENTAL DE EL ARENOSILLO	143
El regreso del INTA-100 y el XXV aniversario de El Arenosillo	145
El cambio se acelera. Los misiles	146
El Programa EEAA y el último cohete de sondeo	151
La hora de hacer balance de lo realizado	154
El nuevo equipamiento y los programas de misiles	156

Capítulo 12: EL ARENOSILLO HOY	165
El Cedeá	165
La Estación de Sondeos Atmosféricos	170
El Laboratorio de Sistemas de Energía Terrestre	172

TABLAS

Núm. 1. Lanzamientos de cohete por tipo y año	174
Núm. 2. Lanzamientos de cohetes por programa y tipo	175
Núm. 3. Relación general de cohetes lanzados en El Arenosillo	176
Núm. 4. Vuelos Transmediterráneos (1979-2002)	180
Núm. 5. Aviones Blanco operados (1992-2008)	184
Núm. 6. Ensayos de misiles realizados (1992-2008)	184

ACRÓNIMOS	185
ÍNDICE INSTITUCIONAL Y COMERCIAL	189
ÍNDICE ONOMÁSTICO	197
BIBLIOGRAFÍA	203

Prefacio

Algunos compañeros saben que al ver cómo los cohetes proyectados eran lanzados y se destruían, envidiaba a los «constructores de catedrales», cuyo trabajo puede ser admirado por las generaciones posteriores; algo parecido consigue un libro, hace que «los hechos narrados» continúen vivos.

Quizá por eso, unos meses después de mi retiro de la vida activa, me comenzó a rondar por la cabeza la idea de escribir algo sobre El Arenosillo. Se fue iniciando en mi mente la estructura de un libro, y contacté con el INTA para conseguir acceso a la documentación, obteniendo la autorización para trasladar a Torrejón parte de los fondos antiguos que yo había conservado con esmero durante mi estancia en El Arenosillo.

Mi primera idea era la de reflejar la historia de lo allí realizado, comentando cómo se hizo posible y para qué ha servido, incluyendo datos técnicos y científicos, pero que fuera además un homenaje a quienes lo hicieron posible, incorporando anécdotas, apariciones en la prensa, fotografías y otros aspectos que pudieran resultar interesantes o entretenidos. Meses después modifiqué algo ese criterio, pues lo por mí escrito se preveía incluirlo en un volumen de la Historia Aeronáutica del INTA que se estaba preparando.

En ese momento ya había iniciado los contactos para conseguir fotografías y datos que unir a la «documentación más o menos oficial». Manuel Millán vino a verme al enterarse de mi intención, siendo así mi primer contacto y ofreciéndome todos los «recuerdos» que él tenía. El personal de El Arenosillo me aportó lo que poseía; así, las primeras fotografías me fueron facilitadas por Benito de La Morena y Arturo Díaz entre otros, y poco después, Jesús Narbona me ofreció lo que quedaba del archivo de su padre. Inmediatos fueron también los contactos con algunos de los pioneros: Sánchez Muniosguren, Alberto Olmos, José Antonio Cortés, Vicente Contreras y Pedro Lacruz me han facilitado información y fotografías de las primeras campañas.

Los contactos hubo que irlos ampliando, y quiero destacar la colaboración de todo el personal de El Arenosillo. Cada uno de ellos me ha facilitado algo que me ha servido y todos me han dado ánimos para cumplir el cometido; me permito destacar a Jaime Sáenz que ha sido mi colaborador eficaz para la identificación de antiguas fotografías, así como a Ángel Fernández Abad, Jesús de Dios, Francisco Caballero, Luis Ricca y Gustavo Castrejón, con los que he mantenido conversaciones que me han servido para aclarar algunos puntos. A ellos y a los que no menciono, muchas gracias.

Importantes han sido los datos aportados por aquellos con los que he colaborado en unos u otros programas: José María Dorado, Juan Cisneros, Álvaro Azcárraga, Manuel Vilches, José Juan López Moreno del IAA y otros muchos que me han ofrecido su colaboración y comentarios. Una especial mención quiero hacer a Pedro Sanz-Aránguez, José Luis Quesada, Luis Rodríguez, Agustín Rodríguez y otros de los distintos grupos de «Armamento», con los que he compartido tantos años de trabajo; y, de forma especial, a Julián Simón con el que, en recuerdo de nuestro trabajo durante años codo con codo, lo hemos repetido ahora para aclarar temas relacionados con los diferentes cohetes INTA lanzados desde El Arenosillo.

Peter Turner, actual director del Moraba alemán, me ha facilitado documentación gráfica sobre las campañas de los años 70 en El Arenosillo. Álvaro Gómez y Juan Manuel Fernández han sido los que me han ofrecido la mayoría de los datos sobre la actualidad del Cedeá, y Benito de La Morena y Fernando Isorna lo han hecho sobre las otras dos unidades integradas en El Arenosillo. Santiago Sánchez Renedo me ha ayudado en la búsqueda de documentación y en el repaso del texto. A todos los demás que han colaborado y que ellos saben que lo han hecho, se lo agradezco de todo corazón. No puedo citar a todos por no extenderme en demasía, pero espero que vean recogida en el texto su información o sus comentarios.

Un último y especial agradecimiento que, no por repetido por casi todos los autores, deja de ser totalmente sincero: A mis hijos Rocío, y su marido Alberto, y Emilio, por los ánimos que me han dado en los días que pensaba en abandonar esta empresa, y a mi esposa Teresa por la comprensión demostrada cuando me «encerraba» en mi trabajo, olvidándome de otras cosas, y que me ha animado siempre, sin duda por su cariño a El Arenosillo y a Huelva.

La búsqueda de información ha sido difícil y lenta. La bibliografía utilizada ha sido especialmente aquella no publicada: manuales de campañas, cohetes y cargas útiles; actas de reuniones, hojas de preparación y de resultados de ensayos y otra documentación interna del INTA, así como notas personales propias o facilitadas por otras personas.

No obstante, incluyo también datos bibliográficos para aquellos que deseen conocer otras fuentes existentes, en los que podrán encontrar temas de interés o ampliaciones sobre otros aquí expuestos.

En las ilustraciones indico las fuentes de aquellas que son seguras y únicas, pues una gran mayoría de ellas ha llegado a mis manos por distintos caminos, siendo imposible conocer su origen inicial.

Especialmente laboriosa ha sido la elaboración de las tablas incorporadas al final del texto, con las relaciones de los cohetes lanzados y de los globos transmediterráneos operados hasta su recuperación; para ello, he utilizado, no solo las relaciones hasta ahora usadas, sino fuentes del momento, habiéndome permitido recoger algunas variaciones fehacientemente documentadas.

No descarto la posibilidad de que en un futuro, más o menos próximo, pueda volver a coger el ordenador y volver a mi primera intención, escribiendo algo más amplio y, si es posible, más humano. Hay momentos en los que pienso que debería empezar pronto, pero en otros momentos creo que las cosas han de sedimentarse y valorar primero lo ahora escrito; por otro lado, el tiempo va haciendo que algunas fuentes vayan secándose al desaparecer las personas que podían alimentarlas; además habría que recopilar información, sobre todo de los aspectos humanos y anécdotas y recuerdos de los que hemos vivido unos u otros hechos.

Por si llego a hacerlo, o simplemente para que no se pierdan y puedan ser aprovechables a otro que quiera coger mi testigo, animo a todos a facilitarme información, pequeños recuerdos y fotografías que pudieran valer para realizar ese trabajo.



Lanzamiento del primer
cohetes desde El Arenosillo.
Judi-Dart.
14 de octubre de 1966. ■

El Arenosillo. Gestación e inicios (1964-68) Parte I

Capítulo 1

LOS PRIMEROS PASOS (1964-66)

Empezaremos relatando los diferentes pasos llevados a cabo y las vicisitudes habidas, desde el momento en que se decide la creación de la Comisión Nacional de Investigación del Espacio (Conie), pasando por la determinación de la necesidad de un campo de lanzamiento y la primera definición del mismo, hasta llegar al establecimiento de las zonas de posible ubicación.

Antecedentes y primeros estudios

La Ley de Creación de la Conie¹ ya establecía en su preámbulo que este organismo se encontraría en íntima relación con el INTA, al que, para mejor adaptarlo a estas funciones, se cambiaba su nombre al de Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial «Esteban Terradas», por Decreto de 31 de octubre de 1963.

Esa misma ley establecía un Comité Científico Técnico (CCT), cuya presidencia recaería en el director general del INTA. Por ello, el Campo de Lanzamiento, su estudio, instalación y funcionamiento, estarían ligados a dicho Comité como órgano científico-técnico de la Conie y su realización y operación recaerían en el INTA como centro tecnológico de la misma.

La reunión constitutiva del CCT se celebraba el 15 de enero de 1964, bajo la presidencia de Antonio Pérez-Marín, director general del INTA²; a ella asistió, como a la mayoría de las reuniones siguientes, el propio presidente de la Comisión y del INTA, Rafael Calvo Rodés³. En ella se exponía ya la necesidad de «proponer un programa nacional propio de investigación del espacio, ya que la Comisión Preparatoria Europea de Investigaciones Espaciales, complementa pero no reemplaza la labor de investigación de las naciones asociadas, aconsejando programas unilaterales o multinacionales»⁴.

Así se creaba ya una ponencia «para el estudio de instalaciones propias de la Comisión Nacional, como el Campo de Lanzamiento de Cohetes, [enfocándolo] a un nivel modesto para poder continuar las distintas y necesarias fases de ampliación por anualidades, de acuerdo con el programa nacional y sus posibles variantes». Se hablaba también de ensayos con cohetes y satélites, así como de determinaciones de parámetros de la alta atmósfera mediante equipos de tierra, como los sondeadores ionosféricos posteriormente instalados en El Arenosillo.

El secretario del CCT, Segismundo Sanz Aránguez⁵, informaba de que «en la última reunión de la Federación Aeronáutica Internacional de París hubo una propuesta de Estados Unidos para instalar una Base Internacional en Canarias de lanzamiento de cápsulas tripuladas, sea cual fuere su procedencia, con un coste inicial de seis millones de dólares, a pagar dos por Rusia, dos

por Estados Unidos y dos por el resto de países de la Federación Aeronáutica». Como todos conocemos nunca se llevó a cabo y probablemente no pasó de ser una idea.

Como temas científicos se destacaron, en esta primera reunión, los de física de la alta atmósfera, ozonosfera, ionosfera (radiosondeos, densidad de electrones, etc.), luminiscencia nocturna y luz zodiacal, emisiones de baja frecuencia, rayos cósmicos, geomagnetismo, células solares y meteorología, previéndose experiencias a bordo de cohetes y de globos que se realizarían posteriormente en El Arenosillo.

Fue muy exhaustiva en algunos puntos, y en lo que respecta al campo de lanzamiento, ya se fijaba como altura máxima para todas las experiencias la de 150 kilómetros; literalmente se decía que:

No sería necesario que se lanzase sobre tierra, podría ser hacia el mar, y la recogida de cargas útiles solo se haría en casos muy especiales; sería ideal que este campo valiera también para otros tipos de ensayos y para posible ampliación futura a lanzamientos de satélites, aunque las condiciones son en general contradictorias, al vernos obligados a lanzar hacia el oeste.

La condición de los 150 kilómetros sería, como veremos posteriormente, modificada, y la recogida de la carga útil solo se llevó a cabo una vez, por cierto con pleno éxito, desde El Arenosillo.

Con estas premisas, el Comité debería estudiar urgentemente posibles emplazamientos, considerando condiciones técnicas y otros factores: facilidades y modos de transporte, aspectos humanos, sociales y políticos, etc. Se sugería el uso de, al menos, dos tipos de cohetes, que podrían ser el americano *Nike* o el francés *Centaure* para el de mayor alcance y *Belier* o *Arcas*, francés y americano respectivamente, para los de menor distancia, pues «la Conie no debe entrar a fabricar un cohete propio, a no ser que con presupuesto independiente le sea encargado», lo que ocurriría poco después. Así mismo se recomendaba tener en cuenta que ya en 1960 se había firmado un programa cooperativo con la NASA, para la instalación de estaciones de

1 Ley 47/1963, de 8 de julio (BOE núm. 164, de 10 de julio de 1963).

2 General Ingeniero Aeronáutico. Director del Departamento de Equipo y Armamento hasta su nombramiento como director general del INTA (1962-1970). Promotor de las relaciones con la NASA y de la constitución de la Conie, para así crear una política espacial en España.

3 General Ingeniero Aeronáutico, director del Departamento de Materiales al que dio un prestigio a nivel internacional; director general del INTA entre 1957 y 1962, fecha en la que es designado presidente del Patronato del INTA, cargo que posteriormente compaginaria con el de la presidencia de la propia Conie.

4 Acta de la reunión constitutiva del CCT de la Conie núm. 1, de 15 de enero de 1964.

5 General Ingeniero Aeronáutico. En aquel momento era Teniente Coronel, presidente de la Asociación Española de Astronáutica y delegado suplente de España en ESRO, y muy poco después director del Departamento de Estudios Avanzados del INTA, pronto desaparecido. Fue el primer secretario del CCT, lo que le permitiría llevar a este, por su puesto en ESRO y sus contactos internacionales, noticias relevantes para el progreso de las técnicas espaciales en nuestro país.

tierra para la observación del espacio, lo que daría, en su momento, origen a la Estación de Maspalomas.

Por ser de interés futuro para El Arenosillo destacamos lo que se decía sobre el posible uso de globos; era lo siguiente: «los globos de poliestireno de cuatro mil a cincuenta mil metros cúbicos, con cargas útiles de hasta 100 kilos, tienen la ventaja de poder realizar experiencias hasta 40 kilómetros de altura, sin aceleraciones fuertes y con mayor duración que a bordo de cohetes». Como en su momento veremos, desde El Arenosillo se ha trabajado en operaciones con globos de hasta un millón de metros cúbicos y más de mil kilogramos de carga útil.

Se establecía una planificación tentativa para los primeros cinco años del, en este momento llamado, Plan Espacial (1965-1969), en la que se programaba el lanzamiento de 36 cohetes entre 1967 y 1969. Posteriormente veremos que las operaciones se iniciaron algunos meses antes de lo previsto y que el número de cohetes utilizados hasta la fecha indicada fue de 80 unidades, más del doble de lo inicialmente considerado. Por otro lado, es conveniente comentar aquí que dicho plan nunca llegó a realizarse en la forma aquí mencionada, sino que se ha venido considerando como un plan preparatorio el iniciado en 1964 y prorrogado finalmente hasta 1967, para dar comienzo en 1968 el primer Programa Nacional del Espacio.

La previsión económica para el «campo de tiro» durante esos cinco años sería de ciento cincuenta millones de pesetas, a los que habría que añadir los gastos de adquisición de cohetes (unos veinticinco millones), los de las cargas útiles, los de globos para determinación de vientos y los de equipamientos especiales. Estas cifras no se parecerían en nada a las luego reales, debido a los recortes en el presupuesto de la Conie. De hecho, ya en la reunión del CCT, del 30 de noviembre de 1964, se consideraba un presupuesto de algo más de cuarenta y seis millones de pesetas, posteriormente reducido a la mitad. Por ello, «la Comisión no contratará personal propio, utilizará el de los Centros que desarrollen el programa»⁶.

Los contactos internacionales crearían posibilidades de influir en la situación del campo de lanzamiento. Así, en junio, el profesor Malavard, director de la Direction de Recherches et Moyens d'Essais (DRME) de Francia, mostraba su interés por la colaboración con España, de la que podría derivarse una instalación común a realizar en el noroeste peninsular, con fines de lanzamiento y seguimiento de cohetes de sondeo hasta cien kilómetros de altura. Otra baza aprovechable parecía ser la aparente «necesidad de ESRO de un campo de lanzamiento de cohetes de sondeo en la parte más meridional de Europa, que sea civil y utilizable para estudios atmosféricos, pues Francia no intenta hacer ninguno en África, y Alemania quiere disponer de alguno en latitudes mediterráneas»⁷.

En este momento, y al amparo del ya mencionado acuerdo de cooperación de 1960 entre la Conie y la NASA, se establecían contactos conducentes a la firma de acuerdos parciales, que permitieran «poder iniciar una investigación española propia o en colaboración, en el terreno de las experiencias con cohetes sonda».

Posibilidades de emplazamiento. Cabo Ortegal y la zona onubense

A finales de 1964 dieron comienzo los estudios con el fin de seleccionar un lugar para el Campo de Lanzamiento y para escoger los tipos de cohete a utilizar y la instrumentación precisa; encomendados al INTA, los llevó a cabo el recién creado Departamento de Estudios Avanzados a cuyo frente se encontraba Segismundo Sanz Aránguez, quien designó para realizarlo a los ingenieros aeronáuticos Álvaro Azcárraga⁸ y Pedro Sanz Aránguez⁹, que previamente habían completado su formación en Estados Unidos, contando para ello con apoyo de personal de otros departamentos del Instituto.

Al haberse descartado enseguida la utilización de campos ubicados en otros países, y ante la evidencia de que los terrenos de entrenamiento militar existentes en España no serían válidos, pues no superaban en ningún caso los veinte kilómetros de largo, se precisaba una rápida búsqueda de un lugar adecuado en nuestro territorio.

Se establecieron los primeros contactos con posibles colaboradores extranjeros, y pronto se designó a Jorge Soriano¹⁰ para los contactos con Francia y a Manuel Bautista¹¹ para los que se realizasen con Estados Unidos.

En Francia se visitó el Campo de Tiro de la Isla de Levante, operado por la Marina francesa¹². Con este mismo país seguían las conversaciones para un posible emplazamiento en el noroeste peninsular y se estudiaban las posibilidades de utilizar sus cohetes (*Belier* y *Centaure*)¹³. En el Reino

⁶ Acta del CCT de la Conie núm. 3, de 30 de noviembre de 1964.

⁷ *Ibidem*.

⁸ Posteriormente se incorporaría a El Arenosillo, siendo jefe del Campo, hasta que en 1971 pasó a la industria privada.

⁹ Más tarde jefe de Proyecto de los cohetes INTA-255, INTA-300 e INTA-300G. Catedrático del Departamento de Vehículos Aeroespaciales en la ETSI Aeronáuticos de la Universidad Politécnica de Madrid.

¹⁰ Coronel Ingeniero Aeronáutico. Director del Departamento de Motopropulsión del INTA. Su nombre sonará no solo a los aficionados a la Aeronáutica, sino también a los aficionados al motor y, sobre todo, a las motocicletas.

¹¹ General Ingeniero Aeronáutico. Fue director de la Estación Espacial de Madrid y jefe de las Estaciones INTA-NASA. Director general del INTA entre 1984 y 1988.

¹² Este campo, próximo a la costa de Marsella, ha continuado siempre con ensayos de tipo militar. Cuando el autor lo conoció, a principios de los años 90, tenía bastantes problemas por el turismo en la isla.

¹³ *Belier* era el nombre de una familia de cohetes franceses iniciada en los años 60. El *Centaure* llegaría a ser lanzado desde el Arenosillo unos años después.

Unido, además de conocer el Campo de Lanzamiento de las Outer Hebrides, al noroeste de Escocia, se establecieron los primeros contactos con firmas británicas del sector aeroespacial y de fabricantes de cohetes; se trataba de la Hawker Siddeley Dynamics (HDS) y de la Bristol Aerojet (BAJ)¹⁴. Se mantuvieron, cada vez más frecuentes, relaciones con la NASA y con los representantes norteamericanos en España, asociados al acuerdo militar hispano-americano, y se visitaron Wallops Island y otras instalaciones de esa agencia norteamericana. También se procedió al estudio del Polígono Interejércitos de Salto di Quirra, en la isla italiana de Cerdeña.

En este momento, considerando ya la premisa de que debería ser capaz de permitir realizar inicialmente sondeos de baja altura (hasta 75 u 80 km), pero permitiendo, tras la instalación de nuevos equipos, llegar a altitudes de hasta 300 km, se fijaron ya las condiciones técnico-operativas que debería tener el futuro campo de tiro:

- Encontrarse las zonas de caída en el mar o en zonas prácticamente deshabitadas, para conseguir que la probabilidad de impacto «dañoso» fuese la habitualmente utilizada en instalaciones de este tipo¹⁵.
- Disponer de un ángulo de apertura para los lanzamientos amplio en el que se dieran esas condiciones, con el fin de poder efectuar las correcciones precisas por viento u otras causas meteorológicas.
- El terreno debería disponer de lugares adecuados para el emplazamiento de equipos de observación, para así permitir el seguimiento de los cohetes desde el instante inicial de su trayectoria.
- Condiciones meteorológicas adecuadas, con ausencia de vientos fuertes y otros fenómenos adversos, y contando con un alto número de horas de sol anuales.

Pero además se hacía preciso tener en cuenta las condiciones humanas de la zona a elegir: despoblada en un radio próximo, pero con centros de población no lejanos para poder obtener los apoyos que se precisasen, y con buenas comunicaciones terrestres y aéreas. Otro punto a tener en cuenta era el de las relaciones con los países vecinos, evitando los impactos en su territorio o aguas jurisdiccionales.

Con estas consideraciones se determinaron tres posibles emplazamientos:

- El cabo de Gata, en Almería.
- El cabo Ortegal, en La Coruña.
- La playa de Castilla, en Huelva.

El primero obligaría a lanzar sobre el Mediterráneo hacia levante, con un ángulo de apertura que difícilmente superaría los 25°, pues en otro caso los impactos se producirían en zonas terrestres o marítimas de Marruecos o Argelia (las costas de ambos países están, en sus puntos más

próximos, a unos 150 km de dicho cabo). Por ese motivo fue pronto desechada esta posibilidad.

El segundo, en el punto más septentrional de la península, admitiría una amplia zona de tiro, de alrededor de 180°, centrada entre el norte y el noroeste, permitiendo «lanzamientos limpios» sobre el Atlántico y evitando cualquier posible conflicto con países vecinos.

El terreno abrupto, con acantilados y montañas de varios centenares de metros, facilitaba los emplazamientos para los puntos de observación, si bien dificultaba las infraestructuras, careciendo además de adecuados medios de comunicación. La meteorología tampoco era buena, con vientos racheados fuertes y frecuentes, y pocas horas de «cielo limpio» al año, lo que disminuiría de una forma importante las ventanas de tiempo adecuadas para la realización de lanzamientos con el calificativo de seguros. Estos inconvenientes podrían ser compensados por el interés de Francia, entonces embarcada en su «fuerza de disuasión» (*Force de Frappe*) para aumentar su poderío militar, en facilitar la realización de los ensayos de misiles estratégicos desde Las Landas, disparando hacia el oeste sobre el Atlántico y produciéndose los impactos al norte del lugar objeto de este estudio. Parecía por ello interesada a colaborar con el posible campo de lanzamiento español, cediendo equipos de trayectografía y telemetría que serían utilizados, no solo para los ensayos españoles, sino también para el seguimiento y control de los misiles lanzados desde territorio francés, evitándose así la necesidad de buques de observación con los que, por entonces, determinaban la trayectografía y efectuaban el control de vuelo y de caída en la zona.

En julio de 1965, mientras se llevaban a cabo los estudios, fue nombrado subdirector de Programas de la Conie Luis Pueyo Panduro¹⁴ quien, a partir de ese momento, empezaría a tener importancia capital en todas las decisiones que se tomaran sobre temas relacionados con el Campo de Lanzamiento.

Poco después, Jorge Soriano, Pedro Sanz-Aránguez y Álvaro Azcárraga visitaron la zona de cabo Ortegal, acompañando a personal de la Marina francesa y técnicos de ese país. Se examinaron especialmente las zonas de

14 La primera participó en la instrumentación del campo así como en diversos programas aeroespaciales del INTA, y la segunda proporcionó los cohetes *Skua* y *Petrel* y colaboró con el INTA en los cohetes de sondeo INTA-255 e INTA-300.

15 El valor utilizado a lo largo de la vida de El Arenosillo ha sido de 10^{-5} . Esta cifra implica un riesgo a las personas de 10^{-7} .

16 Coronel Ingeniero Aeronáutico. En aquel momento era comandante. Tras ampliar su formación en EEUU, había sido jefe de los proyectos de cohetes INTA S-6 y S-9 y maestro de otros que trabajamos con él. Posteriormente sería director del Programa Espacial y subdirector del INTA, hasta su fallecimiento. Era también catedrático de Misiles y Vehículos Aeroespaciales de la ETSI Aeronáuticos de la UPM.

Quiero destacar su inteligencia, su capacidad de trabajo y su caballerosidad, para quien fue mi profesor de Cohetes en la Academia Militar de Ingenieros Aeronáuticos, con quien colaboré en el cohete S-9, y que era director de Programas en la época en que fui jefe de El Arenosillo, y del que estuve aprendiendo siempre.

Bacariza y los altos del Limo y de Herbeira, con altitudes alrededor de seiscientos metros, siendo la impresión favorable pues, pese a esa altura, hay llanos por delante que permitirían la instalación de equipos. Se estimó que convendría situar las rampas de lanzamiento en los terrenos más bajos, y los radares y otros sistemas de seguimiento en los altos. El gran inconveniente, en la posible localización en la zona del monte Limo, que parecía la más propicia, era la necesidad, para poder llevar los equipos, de rectificar y construir caminos, lo que elevaría el coste de la infraestructura a cerca de siete millones de pesetas de las de entonces¹⁷.

Se preparó un borrador de protocolo para la posible colaboración entre el INTA y el organismo militar francés; en él se preveía que el país vecino suministrara una parte de los equipos, algunos de alta capacidad como podían ser los radares *Bearn*, *Cotal* o *Aquitanie*, el sistema *Igor* de seguimiento visual a largas distancias o la estación de telemetría SAT, avanzada para la época. Las rampas de lanzamiento serían cedidas siempre que por la Conie se adquirieran cohetes franceses; el personal se formaría en el país galo y los equipos de personal serían inicialmente hispano-franceses, para ir siendo sustituidos todos por españoles, salvo en los casos de importantes lanzamientos de Francia que se reforzarían con personal de esa nacionalidad, lo que es de suponer que podría ser debido a los datos de máxima reserva obtenidos de los seguimientos de los misiles balísticos. Para ello nuestro vecino transpirenaico precisaba desmontar equipos de la Base de Colombe-Bechar –campo de ensayos de cohetes situado en el Sahara argelino–, y revisarlos en fábrica, lo que no permitiría su uso en cabo Ortegal hasta 1968. El grupo español exponía, por su parte, que nuestro programa requeriría menores tiempos de preparación del campo, y precisaba otro equipamiento; todo ello con vistas a poner en el aire el primer *Centaure* a mediados de 1967. Los representantes de Francia parecieron aceptarlo y se iniciaron los trámites oficiales pero, como sabemos, nunca llegaría a hacerse realidad.

La tercera opción era la zona de la denominada Playa de Castilla, en el tramo costero onubense entre Matalascañas y Mazagón. Lanzando hacia el oeste o sudoeste sobre el Atlántico se conseguiría un ángulo de apertura adecuado (60 a 70°), sin problemas de incidencias con Portugal ni con Marruecos, y teniendo los puntos de impacto siempre en el Atlántico.

La orografía no ofrecía problemas al tratarse de una zona de escasos desniveles, poblada de pinos, y con un pequeño acantilado de arenisca de unos veinte a cuarenta metros sobre el nivel de la playa, lo que permitiría el emplazamiento de equipos sin los problemas de los ángulos de observación negativos, y abarataría la infraestructura. La meteorología es favorable y el número de horas de sol anuales es de lo más alto de la península. Existiría la posibilidad de elegir una zona entre los centros de





Visita a la NASA
(septiembre 1965)¹⁸. ■

población mencionados, según las preferencias en localización y altura para situación de equipos. Las comunicaciones al punto que se elija no eran, por el momento, buenas, pero, al tratarse de un terreno bastante llano, se facilitarían las mismas. Al final sería la zona elegida y, en su momento, volveremos ampliamente sobre ella.

A finales del verano se efectuó un viaje de personal del INTA a Estados Unidos, visitando Wallops Station y otros centros de la NASA, así como de la US Navy y algunas industrias de interés, en el que participaron los ingenieros aeronáuticos Jorge Soriano, José María Goya¹⁹, Gabriel Peña²⁰, Álvaro Azcárraga y Pedro Sanz-Aránguez, asistiendo a operaciones y lanzamientos de vehículos *Arcas*, *Loki* y *Judi*, segui-

mientos con radares y recepción de datos por telemetría. En las reuniones habidas se estableció que la Conie prepararía un avance de un posible programa espacial español con cohetes meteorológicos, especificando las necesidades para su realización. A la vista del mismo, la NASA estaría dispuesta a prestar un radar MPS-19 y algunos otros equipos, así como a entrenar personal en Estados Unidos.

En esos momentos la Organización Meteorológica Mundial (OMM), en la que estaba integrado el entonces Servicio Meteorológico Nacional (SMN)²¹,

17 Acta del CCT núm. 13, de 30 de septiembre de 1965; Anexo 1: *Informe de viaje a la zona de Cabo Ortegal de técnicos franceses y del INTA*.

18 De izquierda a derecha: Harold E. Tolefson, del Langley Research Center, Álvaro Azcárraga, José María Goya y Pedro Sanz-Aránguez, representantes del INTA. Foto NASA (Fondos INTA).

19 Coronel Ingeniero Aeronáutico. En aquel momento teniente coronel y jefe de la Sección de Ayudas a la Navegación, luego de Electrónica, del Departamento de Equipo y Armamento, que más tarde dirigiría. Posteriormente fue subdirector de Planes y Programas, con especial participación en los temas espaciales, hasta su jubilación a mediados de los años 80.

20 Ingeniero Aeronáutico. En aquel momento jefe de la Sección de Armamento Aeronáutico del Departamento de Equipo y Armamento. Más tarde ocupó importantes cargos en el INI y en la Administración Pública del Estado.

21 Tras su transferencia en 1977 al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, un año más tarde pasaría a denominarse Instituto Nacional de Meteorología (INM). Hoy es la Agencia Estatal de Meteorología.

dirigido por Luis Azcárraga Pérez-Caballero²², contando ya con los programas de lanzamientos norteamericanos y soviéticos, había diseñado un plan de vigilancia meteorológica, con el que se pretendía anticipar y mejorar la previsión del tiempo, por el momento aún, en áreas determinadas.

Primera programación de lanzamientos y necesidades de personal

Fruto de los viajes y contactos habidos, se elaboró un «Programa de Lanzamiento de Cohetes a Corto Plazo»²³, que comprendía un estudio general sobre un campo de lanzamiento para cohetes sonda de corto y medio alcance pensando aún en su posible emplazamiento en cabo Ortegá. En él se planificaba un número reducido de vuelos, con apogeos de hasta 60 km, durante 1966, considerando solo dos tipos de vehículos, ambos americanos, el *Judi-Dart* y el *Arcas*.

Las cargas útiles se estimaba que debían estar ya desarrolladas y siendo usadas por la NASA, o por alguna otra entidad de prestigio; por ello, las opciones existentes eran las siguientes:

- Para el *Judi-Dart*:
 - ☐ *Chaff* de virutas metálicas, para medición de vientos mediante seguimiento por radar en el descenso.
 - ☐ Termistor, para determinación de temperatura y viento usando simultáneamente transmisión por telemetría y seguimiento por radar en su descenso con paracaídas.
 - ☐ Termistor y cápsula para medida de presión (usada por la US Navy), para determinación de vientos, temperatura y presión, utilizando telemetría y seguimiento de radar en su descenso con paracaídas.
 - ☐ *Globo Robin*, para estudio de valores de vientos y densidad.
- Para el *Arcas*:
 - ☐ Cualquiera de las usadas para el *Judi*.
 - ☐ Sistema *Arcasonde*, para determinar valores de temperatura y viento.

Para la obtención de datos se haría preciso siempre un radar, pudiendo la NASA, si se elaboraba un programa cooperativo, «prestar» un MPS-19. En cuanto a la telemetría, parecía aconsejable usar la de 403 MHz, habitualmente utilizada para el *Judi*, al ser mucho más barata que la del *Arcas*.

El programa de lanzamientos que se proponía para 1966 consistía en dos campañas, con un vano de treinta días entre ellas. En la primera, con una duración de un mes, se lanzarían ocho cohetes *Judi* (dos con cada uno de los cuatro tipos de cargas útiles antes indicados) y se harían dos simulaciones de operación de *Arcas*. La segunda comprendería cuatro puestas en vuelo de *Judi* (dos con termistor y dos con *Globo Robin*) y otras cuatro de *Arcas* con

diferentes cargas. Las simulaciones de los Arcas no se realizaron y este tipo de cohete nunca fue operado en El Arenosillo. Evidentemente, esta programación estaba supeditada a la preparación del campo de lanzamiento y al suministro e instalación, en el plazo preciso, del radar, la teledirigida y el resto de equipamiento, además del acopio de los cohetes y cargas útiles precisas.

Dado que en este documento aparece un presupuesto con datos económicos «casi reales» transcribimos, de forma totalmente literal, una parte del mismo, en la que se indican los costes en pesetas:

• Radar MPS-19.	Préstamo de NASA.
• Lanzador Arcas.	630.000 Pta
• Lanzador Judi.	240.000 Pta
• Doce cohetes Judi con cargas útiles.	720.000 Pta (a 60.000 Pta/unidad).
• Cuatro cohetes Arcas.	480.000 Pta (a 120.000 Pta/unidad).
• Doce cohetes FFAR.	Cesión del Ejército del Aire.
• Equipo receptor teledirigida Judi.	240.000 Pta

Aunque se seguía considerando como probable emplazamiento para el campo la zona del cabo Ortegal, dada aún la posibilidad de acuerdo con Francia, ya se establecía el criterio de emplear las instalaciones más simples y fácilmente trasladables, o incluso crear una especie de «campo móvil», en espera de que se firmara o desestimase dicho acuerdo.

En el mismo documento, se hacía una primera estimación del número de personas necesarias, teniendo en cuenta las ocho que era preciso enviar a entrenarse en la NASA: una para jefatura, operaciones y seguridad, otra para meteorología, una tercera para electrónica y cargas útiles, otra para reducción de datos y cuatro técnicos para el radar, si bien las cuatro primeras podrían adiestrarse en otros cometidos además del propio principal (cohetes, interpretación de resultados, etc.).

Dadas esas necesidades y las de mantenimiento y organización del campo, y procurando reducir los gastos en lo posible, usando para ello personal propio del INTA, se consideraba conveniente contar, al menos, con:

- Cuatro ingenieros del INTA: uno para Dirección del Campo, dos para Instrumentación y otro para Cohetes.
- Siete ingenieros o técnicos contratados.
- Un administrativo y ocho auxiliares: personal del INTA o a contratar de forma local y temporal, para apoyo a las campañas y para mantenimiento.

22 General Ingeniero Aeronáutico. Durante muchos años director del citado SMN y vicepresidente de la OMM, lo que facilitó en gran medida la realización de los programas de lanzamientos meteorológicos en El Arenosillo. Tuvo una participación muy activa en la incorporación de España a las organizaciones espaciales europeas (Copers, ESRO y ESA). Presidente de la Conie. Asesinado por terroristas etarras en 1988.

23 Documento de la Conie: DP/1, *Programa de Lanzamiento de Cohetes a Corto Plazo*, de 14 de octubre de 1965.

En los siguientes meses se continuó trabajando sobre el tema, cambiando de dirección a medida que lo hacían los contactos y consiguientes posibilidades de acuerdos interesantes con Estados Unidos o Francia. Pero ya en diciembre de 1965, en la reunión del CCT²⁴ se aprueba lo siguiente:

Teniendo en cuenta la problemática presupuestaria de la Conie y las posibilidades abiertas, [se toma la decisión de] que se haga el necesario estudio para la posible solución de la zona vista en Huelva para campo de lanzamiento, sin que ello suponga abandonar de forma definitiva la posibilidad de utilización de Cabo Ortegal, instalando, dentro de lo posible, un campo de tiro transportable y construyendo las mínimas infraestructuras.

La elección podía considerarse definitiva, si bien se posponía la decisión final hasta el año siguiente.

Capítulo 2

ACUERDOS CONIE-NASA E INTA-NASA

En enero de 1966, se firmaron dos memorandos con la NASA: uno fue el ordinariamente denominado «Programa de Cooperación con NASA a corto plazo», para el equipamiento del campo y los primeros lanzamientos; el otro lo era sobre el «Programa de Cooperación con NASA a largo plazo», para los experimentos científicos a desarrollar desde el campo, entre los que destacaban, por su importancia y proximidad en el tiempo, los de las granadas acústicas, que muy pronto comentaremos ampliamente.

Los memorandos

En el primero²⁵, la Conie y la NASA afirmaban su mutuo interés en realizar un «proyecto cooperativo para obtener información meteorológica a gran altitud en España, y ensayar y evaluar equipos y técnicas para observaciones con cohetes de sondeo meteorológicos». Inicialmente se lanzarían 16 cohetes de los tipos *Booster-Dart* y *Arcas* para obtener información sinóptica sobre vientos, temperatura y presión a altitudes de 30 a 60 kilómetros. Se utilizarían las técnicas ya comentadas, y «se espera que datos recopilados en este proyecto, cuando se combinen con observaciones similares en otros puntos, proveerán información sobre la dinámica de la circulación atmosférica para el empleo en el estudio de la meteorología y de las atmósferas planetarias».

Antes de continuar con lo establecido en el indicado documento, nos parece conveniente hacer en este momento una aclaración técnica: los *Booster-Dart*, denominados generalmente HASP (High Altitude Sounding Projectile) eran, entre otros, los que conocemos con los nombres de *Judi-Dart* y *Loki-Dart*, que fueron empleados de forma indiscriminada tanto en Estados

Unidos como en España y en otros países. Ese es el motivo de que en las relaciones de lanzamientos efectuados en El Arenosillo, aparezcan todos ellos reflejados con la letra H (de HASP), que se usa tanto para uno como para otro, sin que en algunos casos exista mención escrita del modelo realmente utilizado. Tras consultar a algunos de los primeros técnicos de El Arenosillo y hacer estimaciones basadas en las notas manuscritas de envío y recepción de cohetes, hemos podido localizar un documento en el que se fija esa sustitución el 7 de abril de 1971. Los apogeos de los diferentes tipos de HASP oscilaron entre los 12 y los 70 kilómetros, pero ya en esta época eran generalmente superiores a los 50 km.

También es preciso indicar aquí que en algunos documentos de diversas instituciones aparecen estos cohetes con la denominación de HAPS. Es un importante error, pues no tienen nada que ver con ellos; HAPS indica Hidrazine Auxiliary Propulsion System.

Volvamos al documento que estábamos comentando. De acuerdo con lo indicado en dicho memorando, las responsabilidades de la Conie, serían:

- Planificar y realizar los lanzamientos según un programa acordado previamente.
- Construir un campo de lanzamiento en España, proveer el personal y operarlo.
- Suministrar y transportar hasta España un sistema de telemetría de 403MHz para usar con los cohetes HASP.
- Suministrar y transportar a España un lanzador Arcas y un radioteodolito [para el seguimiento de los Arcas]²⁴.
- Suministrar, transportar y lanzar los cohetes de sondeo y las cargas útiles.
- Proveer personal [idóneo], para su entrenamiento en la operación del campo, en el lanzamiento de cohetes de sondeo, y en adquisición, tratamiento, difusión y análisis de datos, en centros de la NASA adecuados.
- Transportar el equipo de NASA dentro de España.

Las de la NASA serían:

- Suministrar un lanzador Booster-Dart y el equipo de disparo preciso.
- Suministrar un radar MPS-19, [con su computador asociado], el seguidor óptico, y dos generadores diesel de 30 kW [a 60 ciclos] para su alimentación.
- Suministrar un registrador de viento Aerovane y equipo meteorológico de apoyo.
- Suministrar piezas de repuesto para esos equipos.
- Transportar el material [anteriormente indicado, cedido en concepto de préstamo por dos años], hasta el puerto de entrada en España.
- Entrenar al personal [que designe la Conie en centros de la NASA adecuados].
- Proveer, en la medida posible, asistencia técnica en la operación [y mantenimiento] de los equipos y en la preparación de cargas útiles.

²⁴ Acta del CCT de la Conie núm. 16, de 20 de diciembre de 1965.

²⁵ Memorando de entendimiento entre la Comisión Nacional de Investigación del Espacio y la National Aeronautics and Space Administration de los Estados Unidos, de 1966.

²⁶ El lanzador Arcas, el radioteodolito y el equipo de disparo, que debería suministrar la NASA, no fueron nunca enviados al no ser operado el Arcas para el que hubieran sido necesarios.

Cada uno de los dos organismos designaría un director de proyecto, para asegurar el funcionamiento de campo y equipos, y un coordinador científico²⁷, para el análisis y la difusión y publicación de los datos obtenidos, asumiendo la Conie y la NASA los costes de sus respectivas responsabilidades. Ambas partes acordaron también que «los resultados científicos de este proyecto se harán disponibles a la comunidad científica mundial en un tiempo razonable, para lo cual ambas organizaciones intercambiarán la información técnica precisa para la terminación con éxito del proyecto». Por parte española firmó su presidente, Sr. Calvo, y por la americana lo haría Mr. Frutkin.

Pocos días después, el CCT decidió «aprobar e iniciar la ejecución de las colaboraciones precisas, adquirir los equipos necesarios, y seleccionar las personas que han de entrenarse en centros americanos, para poder avanzar y conseguir el objetivo de iniciar los lanzamientos este año 1966»²⁸. Para ello, y dado el reducido presupuesto, se dispondría de un crédito total de catorce millones y medio de pesetas.

Así mismo, se daba cuenta del segundo memorando, para la cooperación en experiencias a largo plazo, ahora entre la NASA y el INTA, el cual representaba a la Conie. Firmado el mismo día que el anterior por el Sr. Calvo en representación de la Conie, el Sr. Pérez-Marín como director general del INTA y Mr. Frutkin en nombre de la NASA, entraría en vigor tan pronto como fuera ratificado por los dos gobiernos; establecía que una vez terminado el primer programa de lanzamientos a corto plazo:

El equipo utilizado para él y prestado por NASA a INTA puede permanecer en España a disposición del INTA durante el periodo en el que los esfuerzos cooperativos de los dos organismos puedan requerirlo, facilitando la continuidad de la cooperación de los dos organismos en investigaciones del espacio y permitiendo a ambos realizar, con el equipo adicional necesario en cada caso, proyectos de interés mutuo.

Las responsabilidades eran obviamente similares a las definidas en el otro acuerdo.

La Conie ya había formado un equipo rector del Programa Espacial, del que se nombró director a Luis Pueyo. Por el SMN, que colaboraba en la adquisición de cohetes y sus cargas útiles, así como de globos para determinación de vientos y de equipos meteorológicos de tierra, se designó responsable del programa de lanzamientos al meteorólogo José Antonio Barasoain²⁹.

Por esas fechas, se establecieron acuerdos firmes con las británicas BAJ y HSD para la adquisición de cinco cohetes *Skua* y equipamiento para sus lanzamientos, ya aprobados por la Conie, así como la posibilidad de entrenamiento del personal que los fuese a operar. El coste de esa colaboración se cifraba en once mil quinientas libras esterlinas para los cohetes, su lanzador y el equipo terrestre de telemetría. Ya se preveía así la utilización de cohetes europeos además de los adquiridos a la NASA.

La elección de la zona onubense

En esa reunión del CCT se volvía a tratar el tema del Campo de Lanzamiento. Una nueva posibilidad en Canarias no fue prácticamente considerada debido a los costos adicionales que supondría la lejanía de las islas. El emplazamiento del cabo Ortegal se descartaba por sus muy malas características orográficas y meteorológicas, y únicamente volvería a ser tenido en cuenta en el caso de que se llegara a un acuerdo muy favorable con Francia. Por ello se aprobó que se definiera «lo antes posible el lugar exacto de emplazamiento en la zona onubense manteniendo, en el estudio que se realice, la provisionalidad de las instalaciones y el bajo coste, y atendiendo además a que la mayoría de sus elementos puedan ser móviles por si se presentara la posibilidad de un cambio de emplazamiento»³⁰.

Atendiendo a esa solicitud de la Conie, se adquirieron, por algo más de trescientas cincuenta mil pesetas, dos remolques caravanas para su empleo como almacén, taller y laboratorio, y empezaron a ser habilitados en el INTA por un equipo dirigido por José María Dorado³¹.

Los terrenos de la llamada Playa de Castilla, cuyas ventajas ya hemos comentado, fueron «pateados» en más de veinte kilómetros de esa zona costera, integrándose en el equipo, junto a Álvaro Azcárraga y Pedro Sanz-Aránguez, Luis Martínez Cerrillo, de quien, al ser jefe de la Sección de Experimentación en Vuelo del INTA, dependería el Campo de Lanzamiento³². Es el momento en el que él y el propio director del Departamento de Equipo y Armamento, Guillermo Pérez del Puerto³³, pasan a tener un peso importantísimo en la selección del lugar, la implementación y el funcionamiento de El Arenosillo. Una observación detallada desde un helicóptero permitiría apreciar desde el aire la no existencia de grandes dificultades y facilitar la elección de posibles situaciones de lanzadores y equipos.

Por un lado se pensaba en unos puntos más elevados que parece eran los de la zona de El Asperillo o el propio Médano del Loro, donde hoy día está ubicado el Campo de Tiro del Ejército de Tierra, al que prestan su apoyo las actuales instalaciones de El Arenosillo. Por otro lado se estudió un

27 Si bien nunca hubo una designación oficial, las personas que se encargaron de esas funciones fueron Álvarez de León, durante escaso tiempo, Álvaro Azcárraga y Sánchez Muniosguren.

28 Acta del CCT de la Conie núm. 17, de 26 de enero de 1966.

29 Más tarde fue jefe de la Oficina Central Meteorológica, puesto técnico de máximo nivel en el SMN.

30 Acta del CCT de la Conie núm. 17, de 26 de enero de 1966.

31 Ingeniero Aeronáutico y jefe del Equipo de Instalaciones. Más tarde ocuparía otros puestos en el INTA y en la industria aeroespacial.

32 Martínez Cerrillo era teniente coronel Ingeniero Aeronáutico. El Campo continuaría incluido en la mencionada Sección hasta 1982, fecha en la que él se retiraría de la vida profesional activa.

33 Dependería de él a través de dicha Sección mientras siguió siendo director del Departamento y posteriormente director general del INTA (1975-1984). Ya era general en 1982, cuando el entonces nombrado director del Campo de El Arenosillo, Mariano Vázquez, pasaría a depender directamente de él hasta su cese como director general.

terreno más llano en las proximidades de la Torre del Loro³⁴. Este lugar, enclavado en el llamado Coto de Mazagón, sería el elegido. Está situado entre el arroyo seco o barranco denominado, por el personal forestal de ese entorno, El Arenosillo o El Arenoso; de ahí el nombre dado al Campo. Dicho barranco podría ser el límite natural del área escogida por el oeste, y el igualmente barranco o arroyo seco de la citada Torre del Loro por el este; por el sur el límite sería la playa, y por el norte se podría acotar, en su momento, hasta el borde del camino que unía Mazagón con Matalascañas, y por el que en aquel momento era una odisea transitar, incluso con un vehículo todo terreno.

El terreno elegido, casi llano, poblado de pinos, y con una elevación entre 30 y 40 metros sobre el nivel del mar, está separado de la playa por un acantilado de esa altura que dificulta mucho el acceso desde la misma, lo que permite su «separación del turismo». Esa plataforma natural al borde del acantilado facilitaría la situación de las rampas de lanzamiento, y unas pequeñas dunas fijas ofrecerían una protección suplementaria a los almacenes de material peligroso. La proximidad de un puesto de la Guardia Civil garantizaría la vigilancia en los primeros momentos o en aquellos otros que las circunstancias lo aconsejaran. Todo esto hizo que fuese el punto elegido.

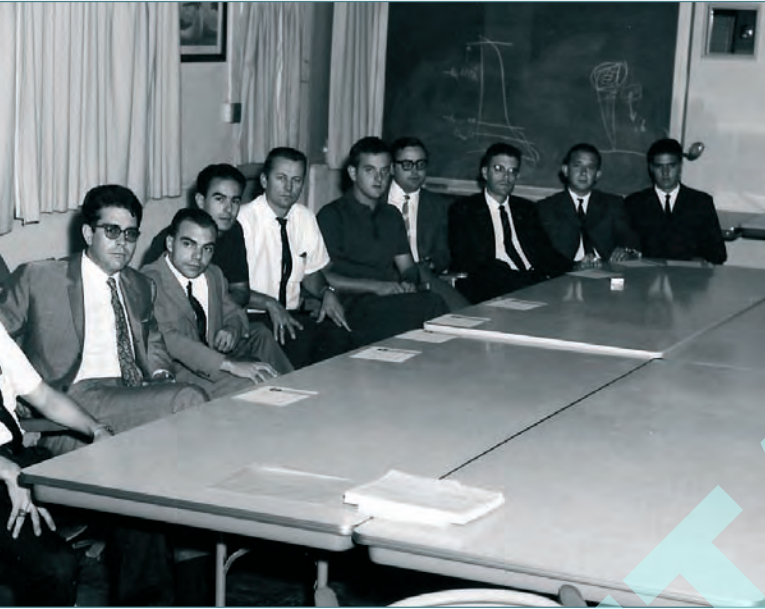
Ya en la primavera de 1966, al conocerse que de forma inminente se iba a aprobar la entrega y cesión del material americano, dieron comienzo las gestiones para conseguir que se permitiese la ocupación de terrenos en lo que ya llamamos El Arenosillo. De forma muy rápida se consiguió el visto bueno del Ministerio de Información y Turismo, preciso al tratarse, en esa época, de una zona de especial interés turístico, y se inició la solicitud de autorización de uso ante la Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial, organismo encargado entonces de la administración del Patrimonio Forestal del Estado, al que pertenecía el área a ocupar.

Primer entrenamiento en EEUU

En ese tiempo se aprobó la realización, en Wallops Flight Facility (WFF), Virginia, del entrenamiento previsto en el marco del Memorando Conie-NASA³⁵. Las ocho personas, alguna de las cuales se habían incorporado al INTA días antes, viajaron a Estados Unidos el 1 de abril de 1966; eran las siguientes:

- Víctor Manuel Álvarez de León, Ingeniero Aeronáutico. Posteriormente será el primer jefe del Campo de Lanzamiento; de ahí que su instrucción se centrara en los aspectos generales y en la jefatura del campo, así como de la seguridad en tierra y en vuelo; además se encargó de la coordinación del resto de personal del grupo.
- Luis Vicente Sánchez Muniosguren, Físico y Meteorólogo. Se dedicó al estudio de la Meteorología y su utilización en los lanzamientos, y a la





Grupo del INTA durante su entrenamiento en la NASA (1966)³⁶. ■

reducción e interpretación de los datos enviados por las cargas útiles meteorológicas.

- Alberto Olmos Zamora, Ingeniero Técnico de Telecomunicación, y Pedro Lacruz Alberquilla, Especialista de Aviación Armero. Se adiestraron en recepción de datos por telemetría, cargas útiles y cohetes y procesos de reducción de datos.
- Vicente Contreras Molina y José Antonio Cortés Beltrán, ambos Ingenieros Técnicos de Telecomunicación. Fueron instruidos en el radar MPS-19 que sería cedido más tarde a Conie-INTA.
- Adolfo Abad Rozabal, Ingeniero Técnico de Telecomunicación, y José Antonio Conejero Server, Técnico Especializado. Se entrenaron en el «computador» OA-626, asociado al radar.

Como aclaración al lector, indicaremos que el denominado «computador», no tenía nada que ver con la utilización actual del término; consistía en una caravana en la que se encontraba todo el sistema de reducción y representación de los datos obtenidos por el radar. Decidimos, sin embargo, mantener la utilización del nombre con el que siempre se le ha denominado en El Arenosillo.

El curso, cuya finalización estaba prevista en julio, se amplió un mes más. La primera parte, teórica, se realizó en Wallops Station, iniciándose con información general para todos y posteriores explicaciones concretas; la segunda parte, ya eminentemente práctica, tuvo lugar en Wallops Island y fue especializada para cada grupo de trabajo.

Para dar una idea del adiestramiento llevado a cabo en Wallops, haremos uso de las anotaciones preliminares efectuadas en el libro de registro

34 Así llamada en la actualidad, aunque parece indudable que su nombre original era el de Torre del Oro, como figuraba aún en algunos mapas de la primera mitad del siglo XX.

35 Acta del CCT de la Conie núm. 18, de 10 de marzo de 1966.

36 De izquierda a derecha: personal de la NASA, Manuel Álvarez de León, Luis Sánchez Muniosguren, Adolfo Abad, personal de la NASA, José Antonio Conejero, Vicente Contreras, José Antonio Cortés, Pedro Lacruz, Alberto Olmos. Foto NASA (facilitada por Luis Sánchez Muniosguren).

de operaciones del primer radar que vino a El Arenosillo, y que fue con el que se realizó el mismo³⁷. Tras unos ensayos previos, ya el 12 de julio, con Vicente Contreras y José Antonio Cortés operando el radar, y Adolfo Abad y José Antonio Conejero en el «computador», se siguió el primer cohete HASP.

Entre esa fecha y el 16 de agosto, en que se inició la preparación del radar para su traslado a España, se efectuaron 68 seguimientos, repartidos de la siguiente forma:

- Treinta y tres cohetes de prueba.
- Siete *Arcas*.
- Veinte HASP.
- Seis *Nike-Apache*.
- Un *Javaline*.
- Un cohete prototipo denominado *Scanner*.

Hablemos algo de estos cohetes. Los llamados cohetes de prueba fueron, al igual que posteriormente la mayoría de los utilizados en España, los FFAR, cohetes militares aire-tierra utilizados por la USAF y el Ejército del Aire español, de los que ya hablaremos en su momento. Los *Arcas* ya hemos indicado que nunca llegaron a ser utilizados en España. De los HASP ya hemos incluido algunos comentarios e iremos dando datos de los mismos según se vayan utilizando en El Arenosillo unos y otros modelos. El *Nike-Apache* fue operado más tarde desde el citado campo de lanzamiento, por lo que en su momento comentaremos los datos del mismo.

Por otro lado, el *Javaline* era un cohete de cuatro etapas: la primera un *Honest John*, clásico motor cohete militar americano que equipaba el misil del mismo nombre; las segunda y tercera sendos motores *Nike*, suficientemente conocidos por sus usos tanto militares como espaciales; la cuarta era un motor cohete experimental, el X-248, cuya ignición se producía a los 53 segundos del lanzamiento y finalizaba a los 94 segundos. La carga útil, de 90 libras, era eyectada y alcanzaba un apogeo teórico de 623 millas náuticas. Los datos del *Scanner* permanecieron, al menos en ese momento, reservados.

Hecho este inciso, volvamos a nuestra relación cronológica. En esos momentos, ya se había estudiado por el INTA la futura operatividad del campo de lanzamiento. Se preveía usar cinco tipos de cohetes: *Judi-Dart*, *Skua*, *Centaure*, *Nike* y *Arcas*; este último pronto sería descartado. Se adquirieron, para los primeros lanzamientos, el *Judi-Dart* y el *Skua*. El *Nike* y el *Centaure* (uno americano y otro europeo también) se dejarían para el programa a más largo plazo. También se consideraba la instalación de equipos de observación terrestre en el propio campo o en otros puntos desde donde se pudieran complementar las observaciones realizadas con los cohetes.

En el CCT del mes de junio se exponían las líneas generales del Programa Nacional³⁸, entre las que destacaban por su íntima relación con El Arenosillo las siguientes:

- Campaña de lanzamiento de cohetes en 1966.
- Instrucción de personal para lanzamientos *Nike-Cajun*.
- Revisión del radar a ser cedido por CNES³⁹.

El programa científico a largo plazo preparado por la Conie comprendería también otras actividades en El Arenosillo:

- **Atmósfera neutra, Aeronomía y Meteorología.** El programa, elaborado por Francisco Morán, del SMN, incluía los sondeos de temperatura, presión y densidad de vientos hasta 70 km, que se iniciarían este mismo año; los de ozono con espectrofotómetro *Dobson*, con ozonosondas y a bordo de cohetes; los de luminiscencia con fotómetros también embarcados, y los de componentes atmosféricos con espectrómetro de masas volados en cohetes.
- **Ionosfera.** La programación realizada por el Observatorio del Ebro incluía sondeos ionosféricos con equipos de tierra y experiencias de rotación *Faraday*, de densidad de electrones y sonda *Langmuir*, a bordo de cohetes.
- **Medio interplanetario.** Se consideraba la posibilidad de estudios de cometas con globos y cohetes, lo que se haría posteriormente dentro de las colaboraciones con el MPI alemán.

De otras actividades contenidas en el Plan Nacional (estudios del sol, astronomía estelar y rayos X, *gamma* y cósmicos) también se preveían experiencias con cohetes y globos, realizándose algunas en El Arenosillo, como veremos en su momento.

Capítulo 3

EL ARENOSILLO Y SU INSTALACIÓN

En mayo de 1966, la Conie informaba, mediante una nota pública facilitada a la prensa, de que el INTA, como centro tecnológico de la Comisión, y «ante la elección por esta de El Arenosillo, hace los preparativos precisos e inicia los trabajos de preparación del campo, con el fin de poder realizar la primera campaña en los próximos meses». Por entonces, ya había

³⁷ El ingeniero de la NASA que dirigió el entrenamiento del grupo del radar fue Natham Novack, quien continuó siendo un excelente contacto con el personal de El Arenosillo hasta que se produjo la baja de ese equipo.

³⁸ Acta del CCT de la Conie núm. 23, de 15 de junio de 1966, que incluye el *Programa Nacional*; pp. 4-13.

³⁹ Se trataba de la posible cesión de un radar *Cotal*, que nunca llegó a ser operado en El Arenosillo.

sido autorizada por el Patrimonio Nacional la ocupación del área elegida, y se encontraban muy avanzados los contactos con otros ministerios para la resolución de los temas de su competencia.

El punto elegido

Ya conocemos el punto elegido. La totalidad de la zona en la que se iban a ubicar las instalaciones pertenece al término municipal de Moguer, si bien la playa lo es del de Palos de la Frontera⁴⁰. Las coordenadas del campo, referidas a la posición de la rampa en la que pronto se instalarían los primeros lanzadores para los cohetes, eran: 37° 05' 52" N de latitud, 6° 44' 14" W de longitud y 30,65 metros de altitud; en ese punto concreto, utilizado como centro de referencia, es en el que posteriormente ha estado ubicado el lanzador utilizado para los cohetes Nike.

Se encuentra a 34 kilómetros de Huelva y 115 de Sevilla. El núcleo de población más próximo en ese tiempo era la zona veraniega de Mazagón, de la que está a unos 14 kilómetros; entre el campo y este punto solo existía el poblado forestal, cuyo nombre da origen al de la zona indicada, ubicado a escasos cuatro kilómetros de nuestro centro (el Parador Nacional, hoy existente en esa misma zona, no fue inaugurado hasta 1968). Por el este, a menos de un kilómetro, un cuartel de la Guardia Civil permitiría que el personal de ese puesto pudiera prestar las funciones de protección y vigilancia que en su momento se precisasen.

Su clima es considerado oceánico subtropical. En invierno el viento es predominantemente de dirección noreste, mientras que en verano es suroeste por el día y noreste por la noche. La velocidad media es de 5,5 m/s. La humedad media anual es del 65%. El mes más frío es enero con 10,7 °C de temperatura media y el más cálido agosto con 23,5 °C de media mensual. La media anual de insolación es del orden de tres mil horas al año, encontrándose entre las más altas de la península.

En aquel momento no era tan fácil como es hoy acceder a la zona. Conduciendo en coche desde Madrid, al salir de Sevilla parecía que ya se había llegado, pero no, aún faltaban más de un centenar de kilómetros con las «malditas» cuestas de Castilleja, nada más continuar el recorrido, y de las Doblas, en la bajada desde Sanlúcar la Mayor; superadas las dificultades indicadas, la mejor solución para dirigirse al campo era desviarse en San Juan del Puerto, unos quince kilómetros antes de Huelva, y desde allí, pasando por Moguer y Palos de la Frontera, llegar a la zona veraniega de Mazagón; desde ese punto se seguía por un camino de tierra, con la mayoría de sus tramos arenosos y amarillentos, y tras unos diez kilómetros se presentaba la entrada de El Arenosillo. Todo esto y los cruces de los pueblos hacían que se tardara entre hora y media y dos horas. Afortunadamente, al inaugurarse el Parador en 1968, se construyó una estrecha carretera

asfaltada de unos 4 km para acceder al mismo, lo que suavizaba un poco el camino hasta el campo de lanzamiento.

Si se quería ir desde Huelva, indudablemente más cercana, la cosa era aún comparativamente más complicada. Había que salir de Huelva hasta la llamada Punta del Sebo⁴¹; allí había que tomar el pesquero-transbordador de los Hermanos Bocanegra, en el que cabían uno o dos vehículos, según su tamaño, para cruzar el río Tinto y desembarcar en el muelle de la Rábida, desde donde una estrecha carretera conducía hasta Palos de la Frontera, donde se tomaba la ya indicada hasta Mazagón. Posteriormente las cosas han ido mejorando: el puente actual se inauguraría en 1969, y la carretera que hoy continúa hasta Mazagón se fue abriendo por trozos, a medida que se fue construyendo el polígono industrial; la que va desde Mazagón a Matalascañas pasando por la entrada al campo no se finalizó hasta avanzados los años 80.

El Arenosillo se encuentra en una zona poblada de pinos piñoneros, fruto de la repoblación realizada en los años cuarenta del siglo pasado, y con matorral bajo que destaca sobre el suelo arenoso. En ese lugar habría de hacerse la instalación del campo de lanzamiento. Entre la fauna existente se podían entonces destacar varias especies de aves y pequeños mamíferos (no olvidemos que es una zona relativamente próxima al Parque Nacional de Doñana), pero también las de víboras y alacranes, con los que tanto cuidado hubo que tener en los inicios de la actividad.

Evidentemente no existían acometidas, ni facilidad para realizarlas en corto tiempo y con bajo coste, de agua, electricidad, teléfono, etc. Todo ello habría que irlo supliendo poco a poco, contando con el escaso presupuesto y la buena disposición del personal que se incorporaría al campo en los primeros años.

Los preparativos

Recordemos que el ya llamado Campo de Lanzamiento (a veces Campo de Tiro) de «El Arenosillo» había quedado encuadrado en la Sección de Experimentación en Vuelo, del Departamento de Equipo y Armamento, que ya realizaba trabajos, en cierta forma, de misiones similares. Sería un laboratorio de dicha Sección, dirigido inicialmente por Álvarez de León. A la vez se creaba un Laboratorio de Programación e Interpretación de Experiencias Espaciales, destinado a la planificación de actividades científicas y encargado de la reducción de datos y de la interpretación y difusión de los mismos⁴².

40 El motivo de esta división es que estos dos términos municipales, así como los de Lucena del Puerto y Almonte, tienen unos límites en la costa que confluyen precisamente en la Torre del Loro, presumiblemente para permitir, en tiempos pretéritos, la descarga directa desde embarcaciones a cualquiera de los cuatro municipios sin pagar derechos de desembarque o «fielato» entre ellos.

41 Según parece pudo llamarse en su origen Punta del Cebo, estando su nombre relacionado con la pesca.

42 Parece ser que nunca tuvo un jefe nombrado, encargándose de sus misiones Álvaro Azcárraga y Luis Sánchez Muniosguren.

El programa para 1966⁴³ estaba previsto que consistiera en:

- Elección de la zona apropiada.
- Proyecto y construcción del campo. Obras de edificación y caminos.
- Contratación y entrenamiento del personal.
- Adquisiciones e instalaciones. Transporte de material al lugar elegido.
- Estudio de organización, reglamento y especificaciones.
- Lanzamiento de cinco cohetes *Skua* y de doce cohetes *Judi-Dart*.

En ese momento, algunos de estos trabajos estaban ya realizados o en avanzada fase de ejecución.

Una vez que la autorización de ocupación ya se había concedido de forma provisional por el Patrimonio Nacional del Estado, las primeras actuaciones *in situ* se iniciaron en mayo, empezando por las marcaciones del terreno y la construcción de accesos.

El resto de las necesidades a cubrir iba viento en popa. El material adquirido a la firma británica BAJ llegaría próximamente; el americano, con algunos retrasos, lo haría un poco más tarde, pero no sería óbice para que la campaña pudiera comenzarse en octubre. La plantilla de personal ya estaba asegurada, y los contactos, a nivel local y provincial, se habían iniciado para poder resolver, con garantía, las incidencias que pudieran irse produciendo.

A primeros de julio, según algunos datos fue concretamente el día 10 de ese mes, entraron las excavadoras en esa zona de pinar, donde ya se habían colocado unos carteles que decían «Base de Cohetes. En construcción. Prohíbe la entrada». Se limitaba el área a ocupar, que sería la precisa para los edificios e instalaciones y los caminos de unión entre esos puntos. Para ello, y a fin también de asegurar los mínimos daños ecológicos, se hizo la imprescindible deforestación y limpieza de los lugares donde se iban a acometer las obras por los propios servicios del Ministerio de Agricultura encargados del cuidado del terreno forestal.

De acuerdo con la planificación realizada, las instalaciones quedarían integradas por tres áreas:

- Área de plataformas de lanzamiento o «zona de rampas» como siempre ha sido denominada en el argot del campo; a corta distancia de ella, se encontrarían el taller de montaje de cohetes e incorporación de cargas útiles y los almacenes de material sensible, para los motores cohete, iniciadores y otros elementos pirotécnicos.
- Área de control y mando, en la que estarían ubicados los equipos móviles de radar y «computador» asociado, y los de sala de control y laboratorio de cargas útiles, incluyendo además los receptores y registradores de telemedida y los servicios de meteorología.
- Zona de servicios generales, situada junto a la anterior, en la que se instalarían la oficina y talleres, comedor y cocina, alojamiento para el personal





Primeros preparativos.
Tendido de cables⁴⁴ y
primeras construcciones. ■

de vigilancia, generadores y otros servicios.

El proyecto se dividió en dos partes: los caminos y plataformas por un lado, y las edificaciones por otro. La adjudicación y la inspección de las obras, que finalizarían en septiembre, fueron realizadas por el Servicio de Obras de la entonces Región Aérea del Estrecho⁴⁵. El coste total de todos estos trabajos fue de algo más de dos millones de pesetas.

En general se adoptó la solución de levantar pequeñas construcciones al haberse considerado que resultaría más económico que la instalación de elementos desmontables, además de ofrecer mayores garantías de aguantar las condiciones ambientales de la zona debidas a su proximidad al mar. Todos los edificios serían blancos y con carpintería metálica pintada en color verde; estas características se mantuvieron en todas las construcciones hasta que se inició el

programa de potenciación del centro en los años 90 (la única excepción a esta norma en los años anteriores fue la del «Club», edificio singular inaugurado en 1969).

Las obras comprendieron:

- Una zona de servicios con camino de acceso desde la carretera forestal. En ella había un edificio compartido por el control de entrada y un pequeño taller; otro segundo contenía dos dormitorios para el personal de guardia y un almacén; al lado se preparó una explanada para aparcamiento de vehículos.
- Casi enfrente se ubicaron otras dos construcciones: una con dos despachos, un laboratorio fotográfico y una zona de aseos; la otra incluía una cocina

⁴³ *Planificación de la Campaña de Lanzamiento de cohetes de sondeo meteorológico, durante el año 1966* [Documento interno del INTA, de 10 de junio de 1966].

⁴⁴ Facilitada por Antonio García López.

⁴⁵ Participaron su jefe, el ingeniero aeronáutico Ramón Martínez Zapata, el también ingeniero aeronáutico Ramón Iglesias Valdesuso, quien durante otro periodo en los años 70 y 80 colaboró en la construcción de nueva infraestructura en El Arenosillo, y el ingeniero técnico José Sierra.

con despensa y comedor. En su parte posterior se encontraban los depósitos elevados de agua. Estas cuatro edificaciones, de mínimas dimensiones, fueron las únicas situadas en la zona «visitable» y, por tanto, serían aquellas de las que hablarían los medios de comunicación cuando ofrecieron las primeras noticias sobre El Arenosillo.

- Siguiendo el camino de entrada y más hacia la costa se realizó una explanada para situar los distintos grupos electrógenos; muy cerca, otra daba cabida a la llamada Zona de Control, en la que se ubicaron las dos caravanas, una para Mando y Meteorología y otra para Laboratorio de Cargas Útiles y Telemedida. Al lado se instalaría el radioteletipo, del que, como de otros equipos, hablaremos en su momento. En la misma zona se allanó el área precisa para el radar y equipo asociado, incluyendo sus propios generadores.
- Continuando en dirección a la costa se acondicionó la zona llana existente junto al acantilado, preparándose en ella dos plataformas de hormigón para colocar los lanzadores de los cohetes *Skua* y *Judi*, primeros a ser utilizados.
- Desde ella, un camino llevaba a un quinto edificio, el Taller de Montaje, proyectado cumpliendo las exigencias precisas para el manejo de cohetes y otro material delicado. Unos almacenes para cohetes y otros elementos piro-técnicos se construyeron separados, por barreras naturales, de este taller. Estas tres construcciones guardaban todas las normas de seguridad para almacenamiento de estos tipos de materiales peligrosos y estaban equipadas con cables y puestas a tierra para evitar cargas estáticas.
- Una zona, con una pequeña caseta, para el lanzamiento de globos de medición de vientos, y diversas bases para la colocación de antenas de telemedida y comunicaciones, anemómetros, sistemas de alineación y otros elementos fueron el resto de las obras realizadas.

Eran pues, en total, nueve pequeños edificios y varias plataformas y bases de anclaje, a los cuales había que añadir unos mil metros de caminos. Es obvio que todos los edificios han sido en su momento remozados; algunos, aunque en general con distintos usos, han seguido siendo utilizados hasta el cambio de siglo, y otros siguen teniendo usos similares en la actualidad.

Para el suministro de agua se preparó un pozo de captación en la zona próxima al llamado Arroyo Arenosillo, el cual, con pequeñas variaciones en su situación y, obviamente, mejorando y adecuando las instalaciones, está en nuestros días ubicado en la misma zona, con registros periódicos de la posibilidad del agua, lo que permite su utilización con plena garantía.

Para su realización se adoptó como norma cortar el menor número de pinos y arbustos necesarios y, simplemente, unas «carreterillas blancas» unían los distintos puntos y zonas de trabajo. Esta ha sido la política general a lo largo de la vida del campo, pese a que los nuevos usos e instalaciones han

obligado a construir otros edificios y favorecer la conexión entre unos y otros; en cualquier caso, provocar el mínimo daño ecológico ha sido la directriz que se ha seguido manteniendo.

Personal y cometidos

Mientras tanto, se recordará que había un grupo de ocho personas entrenándose en instalaciones de la NASA; pero además había otras en el INTA ya firmemente implicadas en las tareas del campo de lanzamiento.

Por un lado, destacaban las labores directivas de los ya citados Pérez del Puerto y Martínez Cerrillo, y la de Luis Casado de Pablo⁴⁶, dedicado a la coordinación entre los distintos grupos de trabajo y a proporcionar facilidades logísticas a unos y a otros. De los dos ingenieros que habían participado en la selección del lugar, Pedro Sanz- Aránguez había dejado ya el equipo para pasar a dirigir el proyecto del futuro INTA-255; por su parte, Álvaro Azcárraga seguiría ocupado en el «diseño del campo», encargándose de la elaboración de las condiciones de seguridad generales y de las concretas a aplicar en los primeros lanzamientos, con un completo estudio de las zonas de caída y de seguridad en vuelo de los *Judi-Dart* y *Skua*. A este grupo se unió muy pronto el armero Victoriano López, que colaboraría con Álvaro Azcárraga y Luis Casado, quienes ya antes habían viajado al Reino Unido, para preparar lo necesario para la utilización del material británico y la puesta a punto operativa para los vuelos del *Skua*. Es preciso tener en cuenta que mientras el personal que estaba en EEUU llegaría entrenado para el lanzamiento del *Judi-Dart* y para operar el radar y el resto del equipamiento americano, este otro equipo de personas, en España, debería abordar las actividades generales y las específicas del citado material europeo.

Otro tercer grupo de personas, más numeroso y diversificado, se estaba formando en las instalaciones del INTA en Torrejón de Ardoz. Se trataba del equipo dirigido por José María Dorado, en el que colaboraba también personal de varias secciones del Instituto. El mismo seleccionaría y, en su caso, diseñaría previamente los elementos e instalaciones auxiliares del Campo, haría la recepción del material y lo trasladaría a El Arenosillo para proceder a su instalación y puesta a punto.

Además de José María Dorado, formaban parte del equipo:

- Samuel Estefanía Vallés, ingeniero técnico de la Sección de Armamento Aeronáutico.
- Francisco Rabadán, como jefe de Seguridad; ejercería sus funciones auxiliado por la Guardia Civil del puesto de Torre del Loro.

⁴⁶ Comandante ingeniero técnico aeronáutico del Departamento de Equipo y Armamento, que sería durante muchos años el gran enlace entre El Arenosillo y Torrejón de Ardoz. Persona que tuvo una gran preocupación por el campo, más aún, se desveló en la atención a aquellos que en él trabajaban.

- Manuel Millán Martínez y Antonio Espina Franco, técnicos de la Sección de Electrónica; dedicados antes a las instalaciones eléctricas de las caravanas, se encargarían luego de las del propio campo y equipos.
- Emilio Polo, del Departamento de Equipo y Armamento, como jefe del Taller Mecánico.
- Rafael Jiménez, mecánico ajustador, de Talleres Generales, y José María Carmona, implicados en el acondicionamiento de las propias caravanas y, más tarde, en el montaje y mantenimiento de las instalaciones mecánicas en El Arenosillo.
- Antonio Abad. Se encargó del mantenimiento de los generadores, tanto de los de uso general como de los específicos para los radares.
- Luis Fernández Martínez, delineante.
- Francisco Tejero Lahoz, conductor⁴⁷.

A ellos se unieron algunas personas contratadas específicamente en Huelva:

- Juan Fernández y Ana Cruzado, matrimonio que realizaría los servicios de guarda y de apoyo a cualquier tipo de necesidad que pudiera presentarse⁴⁸.
- José Narbona Bueno, sanitario incorporado desde el primer momento, y que también realizaba tareas como fotógrafo.
- Un conductor de nombre Jesús, originario del vecino pueblo de Beas.

Por parte del SMN, se concedería la agregación a El Arenosillo de su funcionario Juan María Cisneros, que ya participó en la última parte de la primera campaña.

Entre los últimos días de agosto y los primeros de septiembre se fue incorporando a El Arenosillo este personal que habría de participar en la preparación de las instalaciones y en la primera campaña. El equipo instalador se encargaba de adecuar los pequeños edificios ya construidos así como las caravanas en las que debían irse ubicando los diversos sistemas y elementos. Las ocho personas que habían realizado el entrenamiento en EEUU se hicieron cargo, según fueron llegando, de aquello que cada uno debía utilizar, responsabilizándose de ello, e integrándose con el grupo de trabajo correspondiente. Todos unidos hicieron las labores más duras, tales como los tendidos de cables, las elevaciones de las torres y la colocación de los objetos más pesados.

La terminación de la temporada de verano facilitó el alojamiento del personal del INTA y de los visitantes en algunos chalés que pudieron alquilarse en la playa de Mazagón; las comidas eran facilitadas por un restaurante situado en el centro de la zona de playa⁴⁹.

Evidentemente en cualquier proceso de instalación surgen pequeñas necesidades que hay que cubrir o algo que comprar. Así apareció un problema añadido: las malas comunicaciones con Huelva, y la escasa posibilidad

de encontrar cualquier tipo de material o herramienta en esa ciudad, hicieron que se usase Sevilla como base logística; casi cuatro horas de viaje entre ida y vuelta.

Instalaciones y equipos. El radar y las primeras telemedidas

Según iban llegando los equipos se procedía a su montaje y puesta en funcionamiento.

La energía eléctrica se obtendría mediante un generador de 40 KVA y otro de 15 KVA, ambos de la marca Barreiros, de 50 ciclos, situados cada uno en una de las zonas de mayor consumo del campo, tratando así de minimizar los tendidos eléctricos, que en todo caso se hicieron sobre el suelo o un poco enterrados. Para ello previamente se habían realizado en Madrid las simulaciones de consumo a fin de determinar la energía necesaria, excluyendo la de los equipos de radar que se alimentarían por sus sistemas específicos. Estos grupos electrógenos llegaron el 26 de septiembre y ese mismo día se cargaron de combustible, dotándose así de energía al campo.

Los equipos fueron siendo sustituidos cuando su situación lo hizo necesario. La mayoría de los tendidos eléctricos han subsistido muchos años; los cables fueron en su mayoría tendidos, sin disponer de devanaderas que facilitasen la labor, por los «pioneros» del campo sin distinción de cometidos, lo que ha llevado posteriormente a recuerdos de esos momentos cada vez que alguno ha sido removido.

Las dos caravanas habían sido preparadas en Torrejón. Por el personal de los Talleres Generales del Instituto se hicieron las modificaciones mecánicas precisas, para adecuarlas a las misiones a realizar en ellas y para ubicar los elementos electrónicos y equipos específicos necesarios. Se prepararon las distribuciones eléctricas a 50 y 60 ciclos, soportes y herrajes para colocación de antenas y cables con salida externa, etc.; disponían además del correspondiente sistema de aire acondicionado; para ello se utilizaron cuadros eléctricos metálicos, lo que representaba toda una novedad en España⁵⁰.

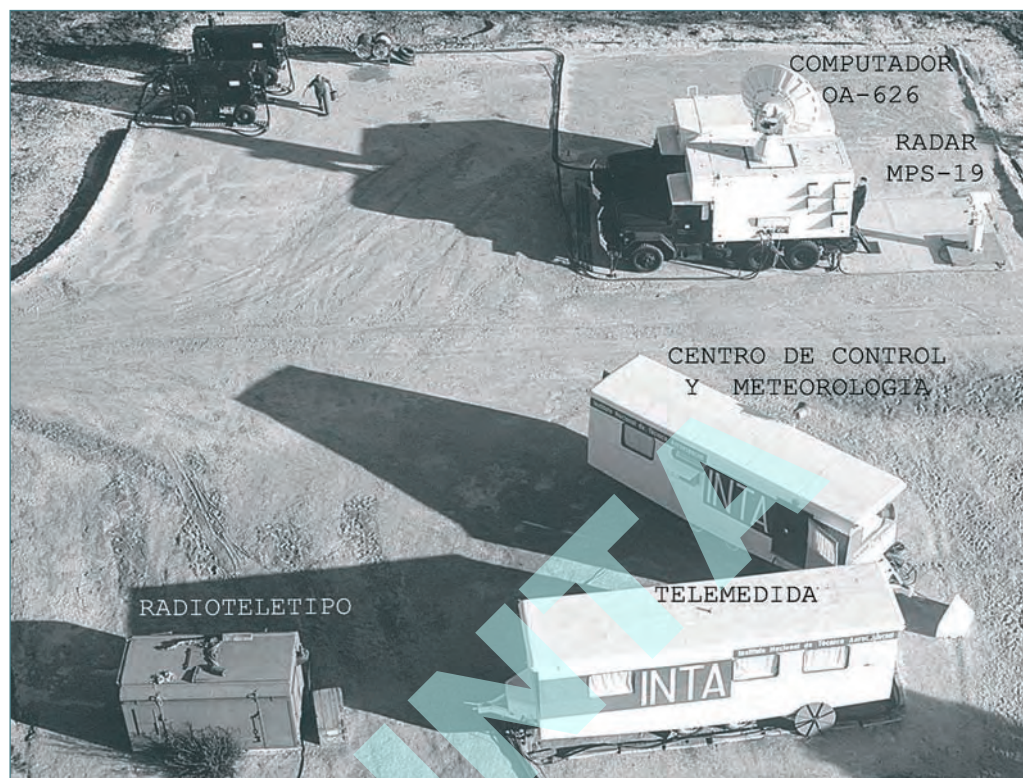
Junto con el resto del material de servicios, llegaron a El Arenosillo el mismo día 26, a la vez que las últimas personas del equipo de instalación. En la destinada a control y meteorología se encontraban las cajas de disparo para

47 Además de todos los anteriores, hubo otras personas de presencia más temporal en el campo, como Ángel Delgado y un administrativo llamado Antonio, entre ellos.

48 Primeros de una larga saga. Su hija María-Sampedro Fernández empezó a trabajar en El Arenosillo en 1968; el marido de esta, Antonio Fera Cardoso, lo hizo como vigilante en 1973; ese mismo año ingresa el hijo mayor de ambos, Francisco Fera Fernández, al que seguirían sus hermanos Isabel en 1976, Antonio en 1988 y Rosa en 1991.

49 Era entonces el actual restaurante *El Remo*. Después se pasaría a usar *Las Dunas* durante muchos años.

50 Como me recordaba José María Dorado, en aquella época era normal montar los cuadros de las instalaciones eléctricas sobre placas de mármol; en nuestro caso se utilizaron por primera vez elementos de chapa metálica, de la firma americana Cutler Hammer, que fue preciso importar, y que luego derivarían en los de tipo plástico, hoy ya generalizados.



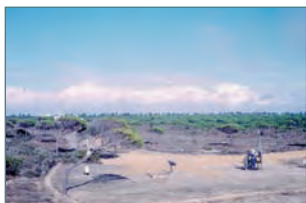
los dos cohetes y el sistema de registro de vientos, así como el sistema de reducción de datos que aportarían tanto los globos como los propios cohetes. Las cajas de disparo estuvieron colocadas aquí hasta que unos años más tarde se amplió el taller de montaje de cohetes y cargas útiles; su manejo y el acto de «pulsar el botón de disparo» se hizo siempre por uno de los armeros del campo. Los diferentes equipos meteorológicos fueron, con el tiempo, también trasladados a nuevas ubicaciones.

El pequeño laboratorio o taller de electrónica fue dotado con lo más imprescindible: fuentes de alimentación, óhmetros, osciloscopio, generadores, soldadores y diversas herramientas, a los que se añadirían algunos componentes comunes para poder resolver pequeñas incidencias sobre la marcha; medidores de campo y de aislamiento fueron trasladados desde Torrejón exclusivamente para la campaña. Para averías mayores se adquiriría lo necesario o se contaría con los laboratorios de Torrejón.

El elemental sistema de comunicaciones interiores incorporaba cinco puestos de microteléfono y tres altavoces. Un teléfono de campaña permitía la comunicación entre el centro de control y la zona de montaje y rampas.

Las comunicaciones telefónicas, como ya se ha indicado, eran inexistentes; únicamente en casos oficiales de urgencia se podía establecer contacto a través del Cuartel de la Guardia Civil de la Torre del Oro, muy próximo a El

Situación de los equipos de la zona de control de operaciones⁵¹.
Caravanas⁵².
Zona de rampas.
Preparando los primeros lanzamientos⁵³.
Octubre de 1966. ■



Arenosillo. Para resolver el problema se instaló un radioteletipo cedido por el Ejército del Aire.

El ocho de octubre llegó el personal del Primer Grupo de Transmisiones del Ejército del Aire encargado de montar y operar el radioteletipo. Eran dos radiotelegrafistas, un mecánico de transmisiones y un mecánico de electrónica, el entonces sargento primero Julio Hernández Orosa⁵⁴, quienes irían siendo relevados cada cierto tiempo. Instalaron los equipos y las antenas receptora y emisora (de procedencia americana), estableciendo la primera conexión con Sevilla; se oyó inmediatamente el «cinco por cinco» que indicaba que tenía la calidad precisa.

De esta forma, lo que estaba empezando a ser El Arenosillo ya disponía de comunicación con el exterior. El teletipo recibiría también en esos primeros momentos la información meteorológica, facilitada por el SMN, y mantendría los contactos precisos con los centros de control de tráfico aéreo necesarios para las operaciones de lanzamiento. Si bien la cesión fue por los 70 días previstos de campaña, indudablemente volvería a la de los siguientes lanzamientos, en 1968, y continuaría allí hasta mediados de los años 70.

Se instaló el equipamiento meteorológico necesario para los lanzamientos (predicción del tiempo, correcciones por viento y otras variaciones atmosféricas, y determinación, en su caso, de la imposibilidad del lanzamiento), así como para complementar la información obtenida con los cohetes y para realizar un estudio climático de El Arenosillo. Ello implicaba la obtención del perfil de vientos en los niveles bajos para los lanzamientos del *Judi* y hasta 17 000 metros⁵⁵ de altura para el caso del *Skua*, con el fin, no solo de calcular el viento balístico para la corrección de la trayectoria, sino también, para completar el indicado perfil en las zonas no cubiertas con los cohetes.

En la primera campaña se usó el equipo *Aerovane*, enviado por la NASA de acuerdo con el memorando, y ubicado en la zona de rampas; en realidad, no era sino una mera veleta con anemómetro y sistema de transmisión de datos por cable a un registrador situado en el centro de control; de buena calidad, pero con un inconveniente importante: funcionaba a 60 ciclos, por ello se sustituyó rápidamente. Otro anemómetro, con veleta, fue colocado cerca, y un segundo en el área de control; todos los datos pasaban al centro de meteorología y control donde se encontraban también un barómetro y un barógrafo. En una «garita meteorológica» se colocaron los termómetros seco y húmedo, el de

⁵¹ Facilitada por Luis Sánchez Muniosguren.

⁵² Facilitada por Manuel Millán, que se encuentra en la imagen.

⁵³ José María Dorado (izquierda), Álvarez de León (derecha) y Sánchez Muniosguren (de espaldas).

⁵⁴ Posteriormente pasaría al grupo de radar como personal destinado en el INTA.

⁵⁵ Los números se escriben de acuerdo con la normativa recomendada por la RAE en su *Diccionario Panhispánico de Dudas*, del año 2005, haciéndolo en grupos de tres cifras, sin separar por puntos ni comas; excepto en el caso de los que tengan cuatro dígitos, en el que se escribirán seguidos.

máxima y mínima, y un termohigrógrafo. El equipo cedido por el SMN fue transportado e instalado el día 28, y el americano tres días después.

Los globos y un teodolito óptico para determinación de vientos fueron facilitados por el SMN. En un principio había dos tipos de globos, uno para niveles más bajos y otro para los superiores, pero posteriormente se han operado para ello otros tipos de globos en El Arenosillo, adaptándose al mercado y a los avances habidos; en lanzamientos de cohetes mayores se han usado tres tipos de globos para determinación de vientos. Inicialmente se alojaron en el propio taller de montaje de cohetes y se construyó una pequeña caseta para almacenar las botellas de hidrógeno para su llenado. Se allanó una zona en lo alto de una pequeña elevación y se limpió de arbustos para desde allí soltar los globos que se inflaban *in situ*. El 4 de octubre se suministraron al campo las primeras botellas de hidrógeno y se pudieron hacer ya entonces las correspondientes pruebas de llenado y suelta de los mismos y su seguimiento.

Dada su importancia para el futuro del campo, comentaremos con detalle el radar. El equipo completo procedente de la NASA estaba formado por un radar de seguimiento MPS-19 en banda S y un «computador» OA-626, asociado al anterior, que incorporaba un visor óptico para el seguimiento inicial del cohete y que, utilizando la denominación americana, siempre se ha conocido como *open sight*. Dos cabezas tractoras marca REO para su remolque y sendos grupos generadores lo completaban.

Este material fue desembarcado en el puerto de Cádiz, desde donde se trasladaron por carretera las dos caravanas que lo componían, propulsadas por sus propias cabezas tractoras, y arrastrando además cada uno de ellos su correspondiente generador; la velocidad, en muchos casos, no podía superar por esos motivos los 10 km/h. Parece ser que fueron a recogerlos Luis Casado, Vicente Contreras, José Antonio Cortés y Adolfo Abad.

Los grupos generadores eran Caterpillar D311 y su mantenimiento se hizo siempre en el propio campo, salvo en casos extremos en que se realizó por los servicios técnico-comerciales de esa firma en España. Uno suministraba energía a los circuitos electrónicos de radar y «computador», el otro a los de fuerza de ambos sistemas. Cada uno de ellos era de 37,5 kVA con voltaje de trabajo de 120/208 V y frecuencia de 60 ciclos.

Fueron instalados en el lugar escogido, ya mencionado, y se inició su puesta a punto, ajuste y alineación. Para su colocación se tuvo en cuenta que radar y «computador» debían estar lo más cerca posible uno de otro (prácticamente adosados) y su distancia a los grupos generadores no podía exceder de 40 metros.

El radar AN/MPS-19 y el «computador» OA-626/MSQ, que hemos denominado siempre MPS-19 y OA-626 simplemente, formaban en su origen parte de un sistema de control de vuelo, el AN/MSQ-1, concebido para servir como guía de bombarderos, y que se componía también de una tercera caravana con equipos para comunicaciones con los aviones. Se trataba, en su momento,

de un sistema de élite usado por el US Army, y del que se construyeron unas 80 unidades que estuvieron operativas en la Guerra de Corea⁵⁶.

Los sistemas supervivientes a la guerra, poco más de veinte, pronto fueron retirados del servicio militar. Tras ser eliminados la citada caravana de comunicaciones y algunos subsistemas del «computador», fue incorporado el *open sight*, para lo que se modificó un antiguo sistema de puntería para ametralladoras. Los equipos así preparados fueron entregados a la NASA que los utilizó para sus propios centros y «prestó» algunos a campos de lanzamiento de cohetes de otros países; además de ser usados en Wallops Island y Fort Churchill (Canadá), y ser cedido este a España, otros lo fueron a Argentina, Brasil, India y Alemania⁵⁷.

Dadas sus características, el conjunto de radar y «computador» era perfectamente adecuado para suministrar información trayectográfica de un cohete, globo o cualquier otro vehículo aéreo en seguimiento automático. El equipo enviaba impulsos RF al blanco y, una vez recibido el reflejo en este, entraba en seguimiento automático y los datos recibidos pasaban al «computador». Disponía de una gran «directividad» de antena. Podía operar en tres modos: *skin* (también llamado tipo radar o pasivo), *beacon* (o sistema activo con transpondedor) y en ambos de forma simultánea usando dos impulsos. La frecuencia podía controlarse manual o automáticamente. Las imágenes recibidas por el radar se visualizaban mediante una pantalla tipo A, a la que llegaban a través de un sistema de sincronismo que incorporaba además la correspondiente base de tiempo; también poseía otra pantalla, en tipo PPI, muy útil para la búsqueda de datos en la zona de tiro.

Entre sus características destacaremos las siguientes:

- Límites de seguimiento: 375° en acimut, y de -1,5 a 86° en elevación.
- Sistema de adquisición: Óptico (manual) o «a la espera».
- Antena: Parabólica, de 8 pies.
- Ganancia de la antena: 33 dB.
- Transmisor: Frecuencia: 2700 / 2900 MHz.
Potencia de pico: 500 kW.
- Receptor: Margen de ajuste: 2670 a 2930 MHz.
Ancho de banda: 3 MHz.
Sensibilidad: 103 dbm⁵⁸.
- Distancia de adquisición: Máxima: 360 000 yardas (329 000 m).
Mínima: 500 a 1000 yardas (460 a 915 m).

⁵⁶ Conflicto armado, iniciado en 1950, en el que intervino EEUU, bajo mandato de la ONU, para salvaguardar la independencia de Corea del Sur, tras ser invadida por Corea del Norte.

⁵⁷ En Argentina fue utilizado en Mar Chiquita; en Brasil se usó en Natal, y en el campo de Thumba estuvo operando el entregado a India. Uno de los cedidos a Alemania, una vez modificado, vino a El Arenosillo como apoyo a una campaña realizada por el Moraba para el MPI de ese país.

⁵⁸ Posteriormente se mejoró la sensibilidad a 109 dbm mediante la incorporación de un amplificador paramétrico a todos los equipos existentes.

El «computador» (de tipo analógico, claro está, dada la época en que fue diseñado) tenía por objeto registrar y presentar de forma comprensiva los parámetros obtenidos en el seguimiento, lo que se podía hacer en dos diferentes sistemas de coordenadas: plano vertical ($x - Rh$) o plano horizontal ($x - y$). Los datos eran representados en un *plotter*, de acuerdo con el tipo de coordenadas elegido (para cohetes de sondeo solía usarse el vertical, y el horizontal se empleaba para el descenso de cargas útiles o sondas mediante paracaídas), y unas cintas en las que se obtenían altitud, acimut y distancia, en función del tiempo marcado por el operador.

El radar fue cedido en préstamo inicialmente por dos años; primero, se prorrogó por otro periodo igual; y más tarde, de forma indefinida, mientras continuara su utilización en programas Conie-NASA. Un segundo conjunto completo, incluyendo generadores, llegó en 1970. Hasta 1980 ambos estuvieron colocados sobre las propias cabezas tractoras, que fueron en esta fecha retiradas, apoyándose las caravanas directamente sobre unas bases instaladas en la correspondiente plataforma de hormigón construida en 1966. Un tercer sistema, ya sin generadores, fue enviado en 1986 y utilizado para obtener equipos y subconjuntos, mediante su «canibalización», para el mantenimiento de los anteriores. La última trayectografía de un cohete de sondeo, un INTA-300B, se realizó con uno de ellos el 16 de abril de 1994, y se continuaron realizando seguimientos de aviones hasta el año siguiente.

Durante todo el tiempo de vida de estos radares, en El Arenosillo eran periódicamente realizados ensayos con cohetes de prueba y con las denominadas «bolas de calibración», de seis pulgadas de diámetro, para, viendo hasta la distancia que se seguían, conocer la efectividad del sistema; los datos así obtenidos, junto con los de las pruebas de potencia, sensibilidad y seguimiento angular, eran enviados a la NASA (mensualmente en un principio; más tarde, y hasta que se dejaron de utilizar, se harían trimestralmente), donde se llevaba un registro de todos los radares de este tipo en situación operativa, y era frecuente recibir felicitaciones en el campo, al considerarse que eran los que daban las mejores características gracias a su buen mantenimiento.

Junto con el radar, el otro grupo de equipos imprescindible para obtener datos, en este caso de la información obtenida por la carga útil, era la telemida. Al estar prevista la operación con dos cohetes que transmitían en distintas frecuencias, fue necesario instalar sendas estaciones receptoras.

El *Skua* operaba en 27,7 MHz; su equipo de tierra estaba formado por los siguientes subsistemas o elementos⁵⁹:

- Receptor de telemida Eddystone 770R Mk-II. Modelo bastante usado en comunicaciones marítimas, operando entre 21 y 105 MHz; esta amplia

banda era un inconveniente, pero su precio y el llevar incorporado potenciómetro y AM, FM y NFM lo hacían adecuado para el campo.

- Registrador automático en cinta de papel marca Smiths.
- Dipolo vertical, para alcanzar las señales a baja altura, de cuarto de longitud de onda. Iba montado sobre la propia caravana.
- Antena horizontal, formada por dos brazos perpendiculares, para captar las señales a mayores altitudes. Tras varias pruebas para definir su posición, se colocó sobre un mástil de madera de seis metros de altura y a unos 10 metros de la caravana. El paso de una antena a otra se efectuaba mediante un selector.

Esta última antena tuvo que ser de gran longitud. Además, dado que el terreno era muy cuprífero y originaba un «rebote» de las ondas, que «tapaban» a las reales, fue preciso crear una contra-antena enterrada a unos dos metros de profundidad, formando un plano conductor, lo que resultó un trabajo ímprobo, ya que suponía cavar dos metros de profundidad por cuatro de radio en una zona arenosa, lo que hacía que la arena se fuese cayendo al secarse y disgregarse, por lo que la única solución fue trabajar varias personas de forma simultánea para no dar tiempo a que se produjera el indicado secado.

El *Judi-Dart*, al igual que el *Loki-Dart* que se usaría posteriormente, utilizaba la frecuencia de 403 MHz para el envío de datos obtenidos por el termistor.

El sistema completo, el R-FC 403 Mc/s, lo integraban⁶⁰:

- Receptor y convertidor de frecuencia, Summers & Mills Co. Capaz de recibir entre 395 y 410 MHz, pudiendo hacerlo tanto en AM como en FM.
- Registrador y amplificador, fabricado por Leeds & Northop Co.
- Antenas SC-155B y FGP-155B, de Herb Krecman Co.
- Antena helicoidal G-1257, de Technical Appliance Co.
- Preamplificador 403 MC TQM-3941, de Microstate Electronics.
- Generadores de AF y RF, selector de antena, regulador de voltaje y otros elementos menores.

Dado que en total eran once suministradores diferentes, se rebajó el tiempo de espera mediante el adelanto de un equipo completo por la NASA, a la que se entregarían los elementos de nueva adquisición por la Conie. El material completo fue desembarcado en Cádiz y transportado a El Arenosillo.

59 El equipo receptor se dejó de usar al inicio de los años 70, pero los registradores siguieron siendo utilizados.
60 Informe INTA núm. 61.41/47. *Equipo de Telemedida de 403 Mc/s*, del que es autor Alberto Olmos [Documento interno del INTA, de 1966].

Los cohetes y sus cargas útiles. *Judi-Dart y Skua 1*

El *Judi-Dart* fue el primero de los cohetes HASP lanzado en El Arenosillo, dentro de la primera campaña meteorológica Conie–NASA, y podía ser usado para obtener la dirección y la velocidad del viento, así como la temperatura de la atmósfera en las zonas de sondeo⁶¹.

Era un vehículo de una sola etapa, formado por el motor *Judi* de propulsante sólido y un cuerpo alargado inerte, el dardo (*Dart*), en el cual iba alojada la carga útil, así como un sistema de retardo pirotécnico para iniciar una carga eyectora, que produciría la separación de la carga, dependiendo del tipo que portara, entre 90 y 115 segundos a partir del instante de lanzamiento.

La masa del *Judi* era del orden de 11 kg, y la del dardo, dependiendo de la carga útil, oscilaba entre 3,5 y 4,5 kg; la longitud total era de 170 cm, y de 7,6 su diámetro.

El motor *Judi* tenía menos de 2 s de tiempo de combustión, al final de la cual, a unos 4 km de altura, se separaba el dardo por diferencia de resistencia aerodinámica, continuando este su vuelo balístico hasta un apogeo de unos 63 km, para inmediatamente después producirse la mencionada eyección de la carga útil al tiempo indicado; en ese momento empezaban a obtenerse los datos científicos, bien por telemedida, bien solamente por radar, o por ambos medios, según la experiencia de que se tratase.

El dardo podía tener dos diámetros diferentes (35 ó 41 mm) y varios tipos de carga útil. Las usadas en El Arenosillo han sido:

- La de *chaff* para medida de vientos. El *chaff* era de cobre, y para su utilización en banda S (3000 Mc/s) tenía 0,13 mm de diámetro y 16 de longitud, con un total de unas 170 000 agujas.
- La de paracaídas con lastre, también para vientos que, si bien era difícil de seguir por el radar en los primeros momentos, era más fácil hacerlo en cotas bajas y así completar los datos obtenidos con el *chaff*.
- La de termistor o sensor de temperatura, con telemedida en 403 MHz. Llevaba a bordo la propia sonda, batería de Ni-Cd, transmisor y antena, el paracaídas metalizado, para permitir su seguimiento por radar en el descenso y así determinar vientos, y la carga eyectora antes mencionada.

El lanzador era tubular, de unos dos metros de longitud y 14 cm de diámetro. Un sistema helicoidal, interior al tubo, sobre el que se apoyaban las aletas del *Judi*, permitía dar un giro al vehículo mejorando así su dispersión. Este sistema llevaba en su parte delantera el lanzador para el cohete de prueba FFAR, también tubular y adosado al principal. Así, con el lanzamiento del FFAR a idénticos acimut y elevación, se facilitaba el posterior apuntamiento del radar.

El citado cohete FFAR (Folding-Fin Aircraft Rocket) era un cohete militar aire-tierra americano, de 2,75 pulgadas de diámetro, que alcanzaba una velocidad de 700 m/s, con un tiempo de combustión inferior a 1,8 segundos.

También fueron utilizados como cohetes de prueba el DT 18 A1, en algunas ocasiones en los años 70, y el INTA S-11, del que hablaremos en su momento, en los 70 y 80.

Los primeros *Judi*, junto con 24 cohetes FFAR, fueron enviados, al tratarse de material pirotécnico, a la Base Naval de Rota, desde donde fueron trasladados con las garantías precisas hasta El Arenosillo.

El *Skua 1*⁶² fue el primero de una familia de cohetes de sondeo, fabricados por la BAJ británica, de la que con el tiempo se lanzarían sus cuatro modelos en El Arenosillo. Todos ellos constaban de un propulsor principal, el *Bantam*, y un sistema acelerador formado por un número variable de motores empujadores, los *Chick*⁶³, dependiendo de la versión utilizada según las actuaciones que se precisasen (entre 70 y 110 km de altitud) con cargas útiles de hasta 15 kg. En los cuatro modelos, el giro del cohete se originaba por el calado, no modificable, de las aletas.

El *Bantam* era un motor de propulsante sólido plástico de combustión en cigarrillo, de 13 cm de diámetro; dependiendo de la versión del mismo, sus tiempos de combustión variaban entre 32 y 34 s, su longitud oscilaba entre 146 y 148 cm, y su masa entre 32 y 35 kg. El de menor tiempo de combustión era el *Bantam 1*, usado en el *Skua 1*; el de 34 segundos era el *Bantam 2*, empleado en el resto de los *Skua*. Su impulso total era de unos 52 kN.s, y su empuje nominal de 1,7 kN.

El *Chick*, también de propulsante plástico, era de combustión en estrella; tenía 7 cm de diámetro y 56 de longitud; con una masa de algo más de 4 kg, su tiempo de combustión era de 0,18 s. Los *Chick*, cuyo número dependía de la versión utilizada, iban montados sobre un sistema que se desprendía por resistencia aerodinámica al terminar su combustión; en el caso de los *Skua 1* era desechable y estaba construido primero en madera y en poliestireno más tarde; en los siguientes modelos era metálico y podía ser reutilizado.

Centrándonos ya en el *Skua 1*, recordemos que su sistema acelerador, con un solo *Chick*, se separaba y caía a los 15 metros de vuelo. El vehículo podía alcanzar un apogeo de unos 70 km con una carga útil de 4,5 kg, variando evidentemente esa cota según el ángulo de lanzamiento. Su masa total, incluyendo la carga útil, era de unos 38 kg. Como curiosidad, diremos que el coste de este cohete era en 1966 de alrededor de cien mil pesetas.

61 Según algunos de los pioneros parecía que no se habían lanzado más de 48 unidades de este tipo, al ser pronto sustituido por el *Loki-Dart*, pero datos que hemos encontrado últimamente indican que el cambio se produjo el 7 de abril de 1971, lo que significa que fueron 74 los *Judi-Dart* utilizados. En cualquier caso el tema no es importante pues ambos tipos de cohete eran de características similares.

62 Si bien el tipo de *Skua* aparece indicado en algunos documentos con numeración romana, nosotros utilizaremos la arábica, ateniéndonos a como lo hacía su fabricante, BAJ.

63 Un solo *Chick* en los *Skua 1* y 2; tres o cuatro en los modelos posteriores. Un sistema acelerador semejante sería también utilizado para el INTA-255.

La carga útil, que era la utilizada por el Servicio Meteorológico británico, se basaba en un sensor de hilo de tungsteno de 13,5 micras de diámetro, enrollado en espiral y con una resistencia nominal de tres mil ohmios, que variaba prácticamente de forma lineal al cambiar la temperatura del lugar. Este cambio del valor de la resistencia se transmitía por medio de una modulación de frecuencia, a través de una portadora de 27,7 MHz. Llevaba a bordo transmisor, batería y antena, paracaídas metalizado y carga de eyección, con batería y mecanismo de relojería para su ignición.

Al finalizar la combustión del motor principal, y por medio de un interruptor térmico, se ponía en marcha el mecanismo de relojería, que, al cabo de 100 s (135 s desde el lanzamiento), y entre 65 y 70 km de altura, hacía funcionar la carga eyectora. Toda la parte del cono de proa salía así lanzada al cizallarse los tornillos de sujeción; entonces se abría el paracaídas metalizado que extraía la sonda fuera del cono y que descendería pendiente de él.

El paracaídas se desplazaba según los vientos existentes, siguiéndolo el radar que daba su situación espacial en cada instante; mediante derivación en los gráficos de posición se obtenían las velocidades. Recordemos, por otra parte, que el valor de la temperatura atmosférica era enviado a tierra por telemidida. Con el mismo cohete se realizaba otro tipo de experiencia, llevando además un pequeño paquete de *chaff* que al liberarse formaba una nube de partículas o tiras metálicas, la cual, al ser seguida por el radar, daba también información sobre los vientos existentes.

El lanzador, común para todos los tipos *Skua*, de 55 cm de diámetro y 10 m de longitud, era de forma tubular, llevando en su parte inferior una pieza de cierre consistente en una chapa de madera, que cerraba totalmente el tubo por esa parte, al estar presionada por un anillo circular que quedaba enclavado sujetando dicha tapa e impidiendo así la salida de gases del interior del tubo; en el centro de dicha pieza había un cilindro mecánico sobre el que se apoyaba el sistema acelerador formado, en este caso, por un solo *Chick*.

Un elemento denominada *sabot* (que podríamos traducir por «zueco» en español), consistente en realidad en una pieza cilíndrica de poliestireno expandido, con un orificio central en el que iba alojada la parte delantera del vehículo, resbalaría así, por la presión de los gases en el tubo, sobre la pared interior de este, garantizando de esta forma que el cohete se desplazara según el eje del tubo lanzador. Al encenderse de forma simultánea el *Chick* acelerador y el motor principal, la propulsión de estos motores originaría la salida del conjunto del cohete del lanzador, que se produciría instantes después de la del propio *sabot*, a cuya eyección ayudaría la presión de los gases existentes en el interior del tubo, gracias al cierre inferior descrito.

Este mismo lanzador sería utilizado para los diferentes tipos de *Skua* volados posteriormente en el campo. Un segundo lanzador llegó años más tar-

de a El Arenosillo, y fue luego modificado cambiándole la parte superior del tubo por otra de fibra de vidrio para que se pudiera recibir la telemidida incluso antes del lanzamiento. Con él se pusieron en vuelo no solo los *Skua*, sino también los *Petrel* de los que hablaremos en su momento.

Todo el material para el *Skua*, incluyendo los motores, se transportó en avión comercial acondicionado para ese tipo de carga, que fue recogida en el Reino Unido por el responsable de la experiencia, Álvaro Azcárraga. Tras ser inspeccionado en Torrejón, se transportó a El Arenosillo, llegando allí el 24 de septiembre.

Capítulo 4

LA PRIMERA CAMPAÑA (1966)

Con lo visto en los capítulos anteriores, todo estaba dispuesto para poder llevar a cabo la primera campaña de cohetes en el ya preparado Campo de Lanzamiento de El Arenosillo.

Planificación

De acuerdo con el Calendario Geofísico Internacional, los lanzamientos debían efectuarse los miércoles y viernes en el entorno de las 12:00 Z⁶⁴, con el fin de que fueran comparables las mediciones hechas al mismo instante en las distintas partes del globo. En El Arenosillo se decidió, dadas las condiciones de vientos habituales a esa hora, hacerlos entre las 11:00 y 12:00 Z, periodo en el que las medidas realizadas se consideraban válidas por la OMM.

En esta primera campaña del Programa Meteorológico Cooperativo Conie–NASA se preveía el lanzamiento de cinco *Skua 1* y de doce *Judi-Dart*, con el fin de medir la temperatura, y la velocidad y la dirección del viento en la zona atmosférica entre 20 y 70 km⁶⁵.

Se preparó, como es habitual, la documentación específica para cada lanzamiento. La *Orden de Ensayo*, elaborada por el ingeniero jefe de la experiencia⁶⁶, debía ser aceptada por el jefe de Campo, antes de ser efectuada; debería incluir el documento de *Normas de Seguridad en Tierra y Vuelo*, y el de *Corrección de Puntería por Vientos*.

⁶⁴ Hora solar correspondiente al Meridiano de Greenwich. En nuestros días equivale a una hora menos de la oficial en horario de invierno y dos menos en horario de verano. Será la que utilizemos, al igual que se hacía en El Arenosillo, en todas las anotaciones de lanzamientos.

⁶⁵ Las experiencias con cohetes de sondeo permitían llegar a esas alturas que antes se veían limitadas a los 40 km que se alcanzaban con globos. En este momento el interés meteorológico llegaba ya a los 70 km.

⁶⁶ Parece que Sánchez Muniosguren era el encargado de los *Judi*, y Álvaro Azcárraga de los *Skua*, además de actuar como responsable de los lanzamientos.

Además de estos, tenía una muy especial importancia el denominado *Cuenta Atrás* que incluía la relación de todas las operaciones previas al lanzamiento y, a pesar de su nombre, las posteriores al mismo hasta la finalización del vuelo y la recepción de datos (e incluso la recuperación de la carga útil en casos muy singulares). Estas operaciones eran de dos tipos: unas de comprobación de todo el equipo de apoyo en tierra, que serían similares para todos los lanzamientos (al menos, con el mismo tipo de cohete), y otras propias y específicas de cada tipo de vehículo cohete, y de la experiencia a realizar en cada caso.

A título de ejemplo transcribimos a continuación la *Cuenta Atrás* para la experiencia con el cohete *Skua 1*. Se trata de una *Cuenta Atrás* bastante simple (su complicación aumentaba cuando las operaciones científicas eran más complejas o requerían condicionamientos más restrictivos) y en ella, como es habitual, se denomina «tiempo X» al instante del lanzamiento:

X - 6 horas	Transporte de motores cohete desde el almacén al taller de montaje. Montaje del motor principal y del sistema acelerador. Alineación del conjunto. Esta operación debe terminar antes de X-1,5 horas. Simultáneamente y por otro equipo de personas se realizará la calibración de la sonda y preparación de la carga útil, debiendo terminarse también antes de X - 1,5 horas.
X - 2 horas	Lanzamiento de un globo para determinación, mediante seguimiento por radar, de vientos hasta 16 km de altura ⁶⁷ , con el fin de determinar la corrección de ángulos de lanzamiento. Se terminará a X - 15 minutos.
X - 1,5 horas	Transporte de carga útil al taller de montaje. Incorporación de la carga útil al cohete. Pesado y centrado del vehículo completo. Montaje del cohete y sistema acelerador en el carrillo de carga y traslado a rampa de lanzamiento. Carga del cohete en el tubo lanzador. La operación debe terminar no después de X - 10 minutos.
X - 15 min.	Determinación de correcciones de disparo.
X - 10 min	Datos de corrección pasados a rampa para situar al lanzador en posición real de disparo. Última comprobación del viento en superficie. Revisión final del sistema cohete-lanzador. Comprobación final de operatividad de todos los equipos.
X - 45 seg	Comienzo de la secuencia de disparo.
X	Disparo. Lanzamiento.
X + 20 seg	Confirmación de adquisición del cohete por el radar.
X + 60 seg	Desconexión de baterías de disparo. Recogida del carrillo acelerador.
X + 135 seg	Confirmación de la adquisición del paracaídas por el radar. Confirmación de la recepción por teledirigida de la señal de la sonda.

La «cuenta adelante» continuará hasta la pérdida de señal por radar y teledirigida.

Todo el personal del campo debía cumplir durante la «cuenta atrás» las funciones específicas ya antes indicadas. A estas se añadían las del servicio de incendios y, en los lanzamientos de *Skua 1*, las de recogida del sistema acelerador⁶⁸.



Lanzamiento del primer *Judi-Dart*. 14 de octubre de 1966.
Lanzador de *Judi* y FFAR, con el cohete de prueba para ser lanzado.
Montaje del *Dart*.
Colocación del *Judi-Dart* en el lanzador⁶⁹.
Cohete en el aire. ■



Lanzamientos⁷⁰ y logros científicos

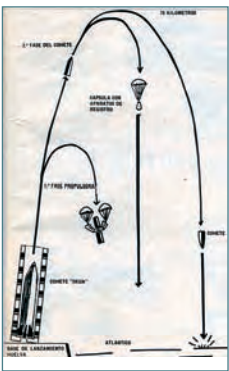
El 10 de octubre, a las 16:00 Z, se efectuó la suelta y seguimiento por radar del primer globo para determinación de vientos.

67 En la mayoría de las ocasiones serían soltados con posterioridad globos hasta alturas menores, con el fin de obtener los vientos de altitudes más bajas, en momentos más cercanos al del lanzamiento, mejorando así los valores de las correcciones para puntería.

68 El primero lo realizaban Emilio Polo, José María Carmona, Manuel Millán y Francisco Tejero. El segundo lo hacían Antonio Espina y Rafael Jiménez.

69 De izquierda a derecha, Samuel Estefanía, Pedro Lacruz (de espaldas) y Victoriano López.

70 Utilizaremos la información aportada por el libro o «cuaderno de bitácora» del radar, el documento de la Conie numerado como CCT 45 y el *Informe sobre la primera campaña de lanzamiento de cohetes de sondeo meteorológico de 1966* [Documento interno del INTA, de 1966-67].



El 13 de octubre voló el primer cohete lanzado desde El Arenosillo; se trataba de un cohete de prueba, FFAR, lanzado a las 11:15 Z. Fue captado por el radar en automático a los cuatro segundos de vuelo y seguido hasta su caída al mar a 3,9 km de distancia.

El 14 de octubre fue la primera fecha para la historia. Se llevaba a cabo el lanzamiento del primer cohete sonda para estudio meteorológico. Oficialmente se trataba de la comprobación de las instalaciones del campo y equipos de seguimiento, y la medida de vientos hasta 70 km de altura. La relación de eventos fue la siguiente:

- 09:15 Suelta de globo con reflector.
- 09:30 Suelta de globo con *chaff*.

Un día especial.
Primer lanzamiento oficial.
15 de octubre de 1966.
Lanzamiento del primer
Skua.
Cohete en el aire.
Acceso al campo⁷¹.
Lanzador *Skua*.
Esquema del vuelo. ■

- 11:00 Lanzamiento de cohete de prueba FFAR.
- 13:15 Suelta de globo con *chaff*.
- 13:25 Suelta de globo con *chaff*.
- 13:55 Lanzamiento del *Judi-Dart* con *chaff*, efectuado con puntería nominal de 75 grados de elevación y 180 de azimut.

La operación se efectuó correctamente y el radar consiguió la trayectoria del *chaff* en el descenso desde los 57 hasta los 11,9 km, obteniéndose todos los datos previstos.

El 15 de octubre fue la segunda fecha. Toda la noche había estado lloviendo de forma pertinaz, pero al amanecer salió el sol y desaparecieron las nubes. Tenía lugar el primer lanzamiento oficial, cuyo objetivo era medir vientos y temperatura a la hora marcada por la normativa internacional. El motor del *Skua 1* fue iniciado a las 10:56 Z. El lanzamiento tuvo lugar de forma correcta y el radar siguió la sonda en su descenso desde los 67 hasta los 15 km de altura, pero no se recibieron las señales de telemetría, por lo que únicamente hubo medición de vientos y no de temperatura.

A este acto asistieron las autoridades y los medios informativos, a los que se explicaron las características del programa. La prensa nacional se hizo eco al día siguiente del primer lanzamiento del *Skua 1*, del que se decía «había sido realizado con toda precisión»⁷².

El siguiente lanzamiento fue el día 19; se trataba del segundo *Skua 1* y se efectuó a las 11:00 Z. No podemos dejar de mencionarlo de forma especial dada su importancia. El cohete salió incorrectamente del lanzador y, tras volar de forma errática a baja altura, acabó cayendo sobre el propio campo de El Arenosillo.

La información oficial dada al CCT decía que «por rotura de la pieza de obturación del lanzador se produjo un efecto de succión sobre la pieza de centrado [el *sabot*] que la adhirió al mismo, no desprendiéndose y causando una inestabilidad del vehículo que después de una trayectoria aleatoria cayó sobre el campo»⁷³. Evidentemente, se suspendieron los lanzamientos de *Skua* hasta que se estudiasen las causas del fallo y se encontrase una solución adecuada.

El análisis realizado en El Arenosillo permitió observar algunas anomalías en el sistema lanzador. La chapa de madera que cerraba el tubo por su parte inferior estaba cortada de forma que la dirección de las vetas favorecía la posible entrada de los gases calientes a través de ellas; previsiblemente estos, debido a su alta temperatura, pudieron haber debilitado ya esa chapa aun-

71 De izquierda a derecha: Vicente Contreras, Francisco Rabadán, Adolfo Abad, Ángel Delgado, José Antonio Cortés y José María Dorado (foto facilitada por Vicente Contreras).

72 En algún momento, la prensa le llamó *Potale I*. Parece que fue debido a que alguna persona comentó que era un cohete «potale», en vez de decir «potable», sin duda con el significado de «bueno».

73 *Informe sobre la primera campaña de cohetes de sondeo meteorológico de 1966* [Documento interno de INTA-Conie, de 1966-67].



que sin llegar a romperla, en el **primer** lanzamiento, y en este segundo efectuaron ya un efecto soplete sobre el anillo de acero que la sujetaba, abriéndose así este cierre trasero e inutilizándolo. De esta forma, al escapar los gases por abajo, no había presión para liberar el *sabot*, por lo que este salió colocado en su posición en la parte delantera del cohete. Este no era ya un vehículo aerodinámico sino algo especial, que volaba con un «sombbrero puesto» y de manera totalmente aleatoria.

Los que presenciaron el lanzamiento coinciden en afirmar que les recordaba al sombrero de los anuncios del jerez Tío Pepe. La trayectoria errática hizo que se asemejara a la de los clásicos petardos «buscapies» soltados en algunas fiestas locales y que obligan a que cada cual busque algún punto de protección, e incluso hizo perder su bella estampa y respetuosa posición a la Guardia Civil a caballo que patrullaba la zona.

Tras el fallo, el fabricante asumió su responsabilidad, y por los propios técnicos del campo se propusieron algunas medidas a los de BAJ, Bobby Fisher⁷⁴ y D. N. Hoare, allí presentes. Gracias al análisis antes mencionado, se llegó a la conclusión de que «el vuelo errático fue debido a un fallo en la tapa de

El segundo *Skua*, vuelo anormal, fallo. 19 de octubre de 1966.

Vuelo errático.

Dos aspectos del cierre trasero, con las grietas que permitían la fuga de gases.

Lanzamiento (puede verse el *sabot*, no desprendido). ■

cierre trasera, que al abrirse impidió una presión hacia arriba, originándose una pérdida en la velocidad de salida del cohete y un fallo en la expulsión normal del *sabot*». Se resolvió el problema de la tapa de cierre, reforzando la chapa de madera con un recubrimiento de acero y, para más seguridad, se adoptaron otras mejoras presentadas también por los técnicos de El Arenosillo: dividir el *sabot* en dos partes amarradas entre sí, e instalar dos cuchillas en las bocas del lanzador para que cortasen esas sujeciones en la salida; así el cohete nunca podría abandonar el lanzador con el *sabot* puesto.

Mientras se llevaban a cabo estos estudios se lanzaron solamente *Judi*. El tercer lanzamiento del *Skua 1*, una vez que el nuevo sistema hubiese sido probado en el Campo de Lanzamiento británico de las Outer Hebrides, con la asistencia de Gabriel Peña, Álvaro Azcárraga y Victoriano López, tuvo lugar el 16 de noviembre, y su vuelo fue plenamente satisfactorio.

Si bien en la relación general de cohetes siempre ha aparecido el *Judi-Dart* como el primero lanzado en El Arenosillo, es cierto que en aquellos momentos siempre se remarcó que la primacía oficial sería la del *Skua 1* del día 15. Haciendo una búsqueda histórica parece estar probado que el «estreno» del campo iba a ser con el *Skua 1*, para lanzar como segundo el *Judi*, y así se anunció en la prensa. En otros documentos aparece incluso como primera planificación la de no efectuar el primer lanzamiento de *Judi* hasta el 3 de noviembre. Comentarios de la época insistían también en que el uso del *Judi* en primer lugar pudo ser un «guiño» a la NASA por los medios cedidos al INTA para su lanzamiento y seguimiento.

Lo más probable, pese a las opiniones diferentes que hay sobre el tema, parece ser que el vuelo del *Judi* se programó como un «ensayo general» mantenido en secreto, para atenuar el «impacto» que produciría la presencia de las autoridades y de los medios de comunicación.

El último lanzamiento de esta primera campaña tuvo lugar el 19 de diciembre y, pese al fallo del segundo *Skua 1*, se cumplieron todos los objetivos técnicos previstos, creándose un equipo de personas con experiencia; se consiguió que la cesión del radar fuese ampliada por la NASA, y se establecieron los primeros contactos internacionales. Definitivamente, se habían lanzado cuatro *Skua 1* y diez *Judi-Dart*; los primeros con termistor y los segundos con *chaff*⁷⁵. Además de los catorce cohetes de sondeo, se habían lanzado 17 cohetes de prueba y se habían soltado un total de 58 globos para determinación de vientos.

74 Diseñador de los *Skua*, con el que tuve la ocasión de colaborar en el proyecto del INTA-300.

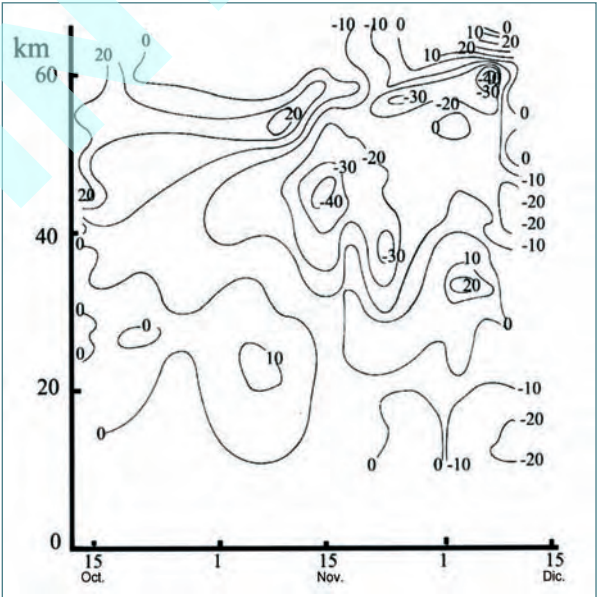
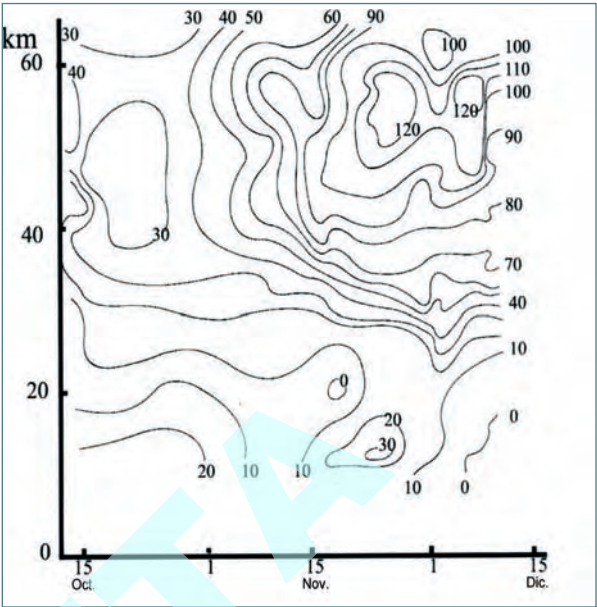
75 La fecha y hora de cada lanzamiento se pueden ver en la Relación General de Cohetes Lanzados en El Arenosillo, que figura como Tabla 3 al final del texto. Otras dos tablas más tienen también un interés general en cuanto a los lanzamientos de cohetes; son la Tabla 1 Lanzamientos de cohetes por tipo y año y la Tabla 2 Lanzamientos de cohetes por programa y tipo, situadas ambas igualmente al final del texto.

Para los amantes de los datos económicos diremos que el coste total de la campaña, incluyendo materiales y preparación del campo, ascendió a catorce millones de pesetas⁷⁶, cifra que hoy nos puede parecer ridícula, pero que era toda una hazaña para los exiguos presupuestos de la Conie.

Todos los datos obtenidos en la campaña se distribuyeron por los sistemas de comunicación de la Organización Meteorológica Mundial. También fueron incluidos en el análisis sinóptico a alta cota de la Universidad Libre de Berlín, y publicados por el World Data Center como adenda al *Data Report, Meteorological Rocket Network Firings*, vol. 4, núm. 6, de junio de 1967. Con posterioridad, han sido expuestos en diversos trabajos especializados.

En las ilustraciones de la derecha se reflejan las componentes meridianas y zonales de los vientos observados durante esta primera campaña⁷⁷.

A los 20 km el viento es muy bajo o nulo; es la separación entre la estratosfera y la troposfera. En la primera se observa que las componentes zonales proceden del oeste, como es normal en estas latitudes en la época de transición del otoño al invierno, disminuyendo luego en intensidad hacia la terminación del periodo observado, e indicando la posibilidad del comienzo de la circulación invernal. A finales de noviembre y principios de diciembre hay fuertes vientos zonales de hasta 120 m/s a altitudes del orden de 55 km. En esta capa es más floja la componente meridiana con frecuentes cambios de dirección y con distribución irregular.



Vientos en m/s, del 15 de octubre al 16 de diciembre de 1966 en El Arenosillo⁷⁸.

En la imagen superior, componentes zonales del viento. Las del oeste se consideran positivas.

En la imagen inferior componentes meridianas del viento. Las del sur se consideran positivas. ■

Capítulo 5

LA CUENTA ADELANTE CONTINÚA (1967-68)

Tras los momentos importantes del año anterior, 1967 se presentaba como un año que podría marcar la vida de El Arenosillo; habría buenas noticias, pero también algunos «nubarrones» llevarían amenazas sobre él.

El primer problema sería el económico. Si se aprobara el solicitado Plan Nacional, el presupuesto anual de la Conie sería de cien millones de pesetas pero, si no fuera así, sería inferior a veinticuatro. Ello hizo que se hiciera preciso contemplar un plan alternativo que permitiera continuar ejecutando, aunque fuese de una forma ralentizada, los programas conjuntos con la NASA, y mantener intocable la partida económica correspondiente al mantenimiento del campo, pues habían de realizarse los entrenamientos de personal necesarios para desarrollar las actividades de granadas acústicas.

La espera y la consolidación

Sin embargo, ya en febrero se produjo la contratación de los tres primeros técnicos operativos, procedentes de la Escala de Ayudantes de Especialistas del Ejército del Aire, que se incorporaron a los equipos de radar y «computador»⁷⁹.

El Max Planck Institut für Aeronomie (MPI), de Lindau (RFA), mantenía contactos con el Observatorio del Ebro español⁸⁰ para proceder a realizar una investigación sobre anomalía atmosférica en el invierno 67-68⁸¹. Para ello, el profesor Hans Widdell, del MPI, y el jesuita padre Galdón por el citado Observatorio, estudiaron posibles emplazamientos para cuatro estaciones fijas precisas para sondeos de absorción, a realizar con el equipo denominado Medidor de Absorción Ionosférica (Método A-3), a fin de determinar, por incidencia oblicua, la absorción de las ondas electromagnéticas de la capa D, y así poder determinar los valores de la absorción anómala invernal; se

76 Menos de cien mil euros.

77 Ilustración reproducida con el permiso de los autores. Álvaro Azcárraga and Luis Sánchez Muniosguren: «Meteorological Rockets in Spain», *Progress in Astronautics and Aeronautics*, vol. 22; New York: Academic Press Inc. 1969, pp. 519-527.

78 La ilustración referente a las componentes meridianas fue incluida en CIRA 1972, comparándola con otra obtenida, del mismo periodo en Wallops Island, con el fin de estudiar las diferencias entre unas y otras.

79 Documento del CCT de la Conie núm. 54 [Documento interno de la Conie, de 1967]. Se trataba de Arturo Díaz Quintana y de Jesús Crespo, mecánicos de electrónica, y del radarista Francisco Maíllo. En los dos años siguientes fueron contratados el radarista Gustavo Castrejón y los mecánicos de electrónica José Bueno y Salvador Rueda, que se integraron en Telemidida, además del armero Jaime Sáenz. Más tarde se incorporó Ángel Razola, procedente de maestría industrial, también a Telemidida.

80 Los contactos, muy permanentes en el tiempo, fueron en esa época, y hasta finales de los años 80, los padres Eduardo Galdón y Luis F. Alberca, de la Compañía de Jesús.

81 Acta del CCT de la Conie núm. 28, de 15 de diciembre de 1966; anexo: *Estudio de la Anomalía Invernal en España* [Documento interno de la Conie, de 1966].

instalaron la emisora, en 2,83 MHz, en Aranjuez (Madrid), y las tres receptoras en el Observatorio del Ebro en Roquetes (Tarragona), en Balerna (Almería) y en Alceda-Ontaneda (Santander), siendo esta última cerrada, y reinstalados sus equipos en El Arenosillo dos años más tarde. Igualmente, la estación emisora fue trasladada a mediados de los años 80 a las instalaciones del INTA en Torrejón de Ardoz, ya que fueron desmanteladas las instalaciones de comunicaciones oficiales ubicadas en Aranjuez, zona en la que dicho emisor estaba ubicado.

El MPI ofrecía aportar de quince a treinta cohetes para determinación de vientos entre los 75 y 90 kilómetros de altura. Ello daría lugar al Programa Ionosférico Cooperativo entre el Observatorio del Ebro, el MPI y la propia Conie, con la colaboración del SMN, que debería iniciarse en 1968. Por la importancia del programa y de la teoría científica del mismo, que seguirá durante varios años siendo una importante actividad de la Conie y de El Arenosillo, con lanzamientos de cohetes y observaciones terrestres, vamos a dar a conocer la situación de la investigación sobre el tema en aquel momento, con las palabras del escrito enviado, en enero de 1967, por el Observatorio del Ebro a la Conie, para darle a conocer el tema:

El motivo de su interés es que durante las Stratospheric Warnings, Alertas Estratosféricas, parece existir un régimen de vientos distinto del de los periodos invernales en que no se producen este tipo de fenómenos. Las Stratospheric Warnings parecen estar relacionadas con la anomalía invernal de la absorción atmosférica. Por eso parece útil lanzar una serie de cohetes en [el periodo en el] que haya anomalía invernal de la absorción y otra serie cuando los valores de la absorción durante el invierno bajan a los valores que le corresponderían durante este periodo del año.

Al parecer el grupo teórico del MPI tiene medio hilvanada una explicación teórica que juntaría ambos fenómenos, la absorción y las Stratospheric Warnings. Durante el invierno habría corrientes atmosféricas que harían descender el aire de las zonas ecuatoriales hacia el Norte con una disminución de altura. Este descenso de la masa gaseosa arrastraría consigo las partículas ionizadas y los electrones libres; de ahí el aumento de la absorción y, por otra parte, la recombinación de los electrones libres y los iones positivos darían lugar a desprendimientos de energía suficiente para explicar el calentamiento anómalo registrado en las Stratospheric Warnings.

Por eso interesaría observar si existe cambio en la dirección del viento cuando se presenta el fenómeno de las Stratospheric Warnings y cuando no se presenta.

Recordemos que la causa por la que se producen los calentamientos súbitos invernales (anomalía ya dada a conocer por Scherag en 1958) fue científicamente demostrada por Labitzke y otros algunos años después⁸². El proceso es también conocido como modelo Matsuno⁸³. Tiene un carácter ondulatorio, viniendo acompañado por la rotura del vórtice, o torbellino polar, debido a ondas planetarias originadas en los niveles troposféricos (recordemos que el vórtice polar es una zona semiaislada de circulación ciclónica que se forma cada invierno en la estratosfera polar, imprimiendo al aire un movimiento casi circular)⁸⁴.

En esta época y debido a posibles desarrollos urbanísticos en la zona, fue preciso considerar un posible traslado del campo hacia el este. Afortunadamente no hubo de efectuarse, y se hicieron las gestiones para, al ser necesario por las nuevas instalaciones, ampliar el terreno al triple del inicial y conseguir el visto bueno para proyectar algunos edificios y caminos. Posteriormente, como en su momento veremos, volvió a haber otro motivo de inquietud a principios de los años 80 debido a la instalación de un *camping* en los límites del campo; pero, El Arenosillo sigue manteniéndose en la actualidad en la zona, en su momento, seleccionada, aunque eso sí, ampliándose el tamaño inicial para poder acoger a las nuevas instalaciones que se han ido desarrollando.

Desde el 14 de septiembre hasta el 18 de noviembre tuvo lugar el adiestramiento para el programa de experiencias con granadas; lo realizaron las siguientes personas:

- Los armeros Pedro Lacruz y Victoriano López, entrenados en el montaje y lanzamiento del cohete portagranadas *Nike-Cajun*.
- Alberto Olmos, en la preparación, mantenimiento y montaje de los micrófonos y en la posterior reducción de los datos obtenidos.
- Vicente Contreras, José Antonio Cortés y José Antonio Conejero, en el nuevo sistema de radar interferométrico.

Todos efectuaron la primera parte, informativa y teórica preparatoria, en el Goddard Space Flight Center (cerca de Washington); después pasaron a Wallops Island, y la parte correspondiente a la reducción de los datos obtenidos tuvo lugar en Globe Exploration, en El Paso (Texas) y en el National Physical Laboratory de la Universidad de Nuevo México; Alberto Olmos tuvo además un entrenamiento práctico en Natal (Brasil)⁸⁵. Álvaro Azcárraga ya actuaba como jefe del grupo, pues pronto se haría cargo de El Arenosillo.

Respecto al adiestramiento de los dos armeros antes mencionados, y dado su interés, resumimos a continuación lo que ellos mismos reflejaban en su informe⁸⁶. Comenzaron efectuando las tareas propias de recepción e inspección de un vehículo, con lo que obtuvieron además un conocimiento general del mismo; se continuó trabajando sobre el propio lanzador que luego sería trasladado a España; en el taller de montaje se adiestraron en el manejo y ensamblaje de los motores *Nike* y *Cajun*. Se entrenaron en el montaje de las diversas

82 K. Labitzke: «Midwinter disturbances in the middle atmosphere», en *International Council of Scientific Unions Middle Atmosphere Programs. Handbook for MAP*, vol. 10, 1984, pp. 79-85.

83 D.G. Andrews, J.R. Holton & C.B. Leovy: *Middle atmosphere Dynamics*; New York: Academic Press, 1987.

84 D. Pancheva, J. Lastovicka, & B.A. de La Morena: «Quasi-periodic fluctuations in ionospheric absorption in relation to planetary wave activity in the stratosphere», en *Journal Atmospheric Terrestrial Physics*, vol. 53, nº 11/12, 1991, pp. 1115-1155.

85 Acta del CCT de la Conie núm. 33, de 18 de octubre de 1967.

86 Informe 61.41/48. Entrenamiento de los armeros D. Victoriano López Sánchez y D. Pedro Lacruz Alberquilla en el manejo de los cohetes *Nike-Cajun* [Documento interno INTA-Conie, de 1967].

partes del cohete sobre el propio lanzador, comprobando el funcionamiento de este para ejecutar el posicionamiento a la puntería deseada, estudiaron el circuito de encendido y procedieron a la construcción de la caja de disparo que habría de ser trasladada a España para su uso en El Arenosillo.

Es evidente que hubiera sido muy adecuado completarlo con un lanzamiento real, siguiendo paso a paso todas las operaciones precisas pero, dado que los vehículos estaban dispuestos algunas veces hasta dos meses antes de su puesta en vuelo, no fue posible realizarlo con *Nike-Cajun* ni con *Nike-Apache*. En los últimos días se efectuó el desmontaje de cada uno de los subconjuntos y piezas del lanzador utilizado, se dio a los mismos el mantenimiento adecuado y se embolsó todo para su traslado a España, donde iba a ser usado muy pronto.

El material por ellos preparado y enviado a España fue el siguiente:

- Un lanzador con motor eléctrico y manivela para elevación manual.
- Dos raíles de deslizamiento en la salida del cohete.
- Cuatro raíles de rodaje del lanzador para colocación en acimut.
- Dos armazones con ruedas y torno manual para operación de cohetes.
- Una barra de suspensión de cohetes con bandas de *nylon* para sujeción.
- Un soporte válido para cohetes *Apache* y *Cajun*⁸⁷.
- Una cuna con ruedas para inspección, alineación y nivelación del *Nike*.
- Una plataforma con ruedas neumáticas para traslado de los cohetes al lanzador.

Este año 1967, definido por algunos como un año sin dinero y sin campañas, fue utilizado para el análisis de lo hecho, el estudio de los resultados obtenidos y la preparación de nuevas campañas y mejoras en el campo.

El personal de El Arenosillo siguió difundiendo los datos obtenidos el año anterior, siendo presentados en el Primer Seminario de Circulación Estratosférica, en Londres, bajo los auspicios del Cospar. No había presupuesto para 1967, pero aún así se pudo realizar la formación precisa, y adquirir una torre de 30 metros de altura, en la que se instalaron varios anemómetros cedidos por el SMN, seis puestos de interfonía y un receptor de telemetrida IRIG. También se estudió la necesidad de conectar el campo a la red eléctrica comercial y la consecución de un moderno radiofac-símil; además se proyectó un pequeño edificio para instalar la telemetrida hasta ahora en una caravana.

Pero, en octubre, se producía la aprobación por el Consejo de Ministros del Plan General de la Conie, con un presupuesto de cien millones de pesetas para cada uno de los seis años comprendidos entre 1968 y 1973⁸⁸. La Conie y El Arenosillo se reactivaban, y en el propio mes de diciembre se revisaron el radar y el resto de equipos, y se soltaron varios globos para entrenamiento en los seguimientos. Se pretendía así «volver a lanzar» en enero.

Se programaron dos campañas para 1968, una en el primer cuatrimestre del año y otra en el último; de esta forma quedarían libres unas épocas en las que podrían realizarse con más tranquilidad trabajos de mantenimiento, y los de mejora y ampliación de las instalaciones; además no se afectaría a las actividades turísticas en la zona, al no haber lanzamientos en los meses veraniegos. Esta sería también la filosofía en los años sucesivos.

Ya eran tres los programas científicos en marcha:

- Programa Meteorológico Cooperativo Conie-NASA, en el que también colaboraba el SMN, con el que se habían iniciado los lanzamientos en el campo.
- Medidas de Densidad y Temperatura de la Atmósfera mediante Granadas Acústicas, en colaboración con la NASA.
- Programa Ionosférico Cooperativo con el Max Planck Institut für Aeronomie (MPI) y de Estudio Comparativo de Medida de Vientos en la Alta Atmósfera.

En lo referente al personal, se había producido ya la baja de Álvarez de León. Álvaro Azcárraga se encargaba de la dirección de El Arenosillo, además de hacerlo de los aspectos operativos, y se aceleraba la incorporación del ingeniero aeronáutico José María Satrústegui.

El 17 de enero se realizó el primer lanzamiento de 1968, dentro del Programa Cooperativo Conie-NASA. Se efectuaron siete vuelos de *Judi-Dart*, con *chaff* para determinación de vientos, y dos de *Skua 1*, con termistor y para- caídas metalizado para medir temperatura y vientos durante el descenso. El último cuatrimestre del año serían operados otros seis *Judi*, en vez de los doce previstos; se debió a que la NASA no pudo cumplir su compromiso de enviar seis cargas instrumentadas con termistor, al haberse observado fallos en las pruebas de recepción y ser rechazado el lote completo.

En esta campaña ya se dejó de utilizar la regla de cálculo para la determinación del viento balístico y el cálculo de ángulos de lanzamiento; en su lugar pasó a emplearse la calculadora Hewlett-Packard HP-9100⁸⁷; se trataba de una calculadora programable con 96 pasos de memoria que eran utilizados en su totalidad; costó al INTA alrededor de medio millón de pesetas, y se usó también para los cálculos de datos y preparación de comunicaciones científicas.

El Max Planck Institute y el Programa Conie-NASA-CNES

Ya el 15 de febrero, se había lanzado el primer *Skua 2* en El Arenosillo, dentro del Programa Ionosférico con el MPI. Las mejoras de este vehículo sobre el *Skua 1*, entre las que se encontraban sobre todo el uso de carretón acelerador metálico, aunque aún con un solo *chick*, y el uso del motor *Bantam 2* que pro-

⁸⁷ Si bien los primeros cohetes *Nike-Cajun* fueron ya operados en 1969, el *Nike-Apache* no se lanzó en El Arenosillo hasta 1972.

⁸⁸ Acta del CCT de la Conie núm. 33, de 18 de octubre de 1967.

porcionaba dos segundos más de tiempo de combustión, le permitían alcanzar unos 96 km de altura. La carga útil, diseñada por el MPI y fabricada por Dornier, estaba formada por *chaff* de escamas de material plástico, recubiertas por un depósito de vapor de aluminio, con una longitud correspondiente a la mitad de la longitud de onda operacional del radar⁸⁹. El INTA efectuaría la operación con los cohetes que facilitase el MPI y sería el único responsable de la seguridad y el seguimiento, que nunca podrían ser cedidos a ninguna otra institución.

En este lanzamiento se produjo un problema en la eyección del *chaff*, que se repitió también en el que tuvo lugar el día siguiente. Ello obligó a llevar a cabo un rediseño del sistema eyector, lo que se hizo por el personal de El Arenosillo. Todo fue rápido y pudo efectuarse el vuelo de un tercer cohete un día más tarde, con resultado positivo; Widdel y Rose, responsables por el MPI, felicitaron a quienes habían propuesto y realizado la modificación y al propio INTA, adoptando ese sistema para todos los *Skua* utilizados por el instituto alemán.

Por motivos científicos se retrasaron los otros tres lanzamientos hasta el mes de abril. Uno se efectuaba el 23 de ese mes con pleno éxito, al igual que los dos restantes, que tuvieron lugar el día siguiente, con un intervalo entre ellos de tan solo 128 minutos, con el fin de estudiar las variaciones en un periodo relativamente corto de tiempo. Este intervalo entre dos lanzamientos, que hasta entonces había parecido algo casi imposible, se iría acortando posteriormente para adaptarse a las necesidades de los programas que se llevaran a cabo.

En todos ellos se apreció además un fenómeno, en aquel momento «raro», y del que no se tenía una explicación; el *chaff*, en vez de descender por su peso, ascendía, y se comenzó a suponer que podría ser debido a la llamada anomalía invernal. Días después científicos soviéticos dieron a conocer que habían observado el mismo fenómeno a similar latitud, lo que parecía confirmar la bondad de las observaciones realizadas en El Arenosillo y la necesidad de estudiar comparaciones entre la teoría y la práctica. En los once lanzamientos de *Skua 2*, en noviembre, apareció el mismo fenómeno, por lo que se decidió realizar un Programa de Medidas Mesosféricas, que se llevaría a cabo ya en 1970 con la participación también del SMN.

Las posibilidades de colaboración con las instituciones científicas de la entonces República Federal alemana podían aumentar: por una parte, la Universidad Libre de Berlín estaba buscando financiación para preparar hasta cincuenta cargas útiles para ser voladas a bordo de sendos cohetes *Skua*; por otra parte, el Instituto de Biología de la Universidad de Frankfurt estudiaba la posibilidad de lanzar, también desde El Arenosillo, una experiencia científica con sanguijuelas para medir la absorción de oxígeno.

Los lanzamientos habidos y los resultados difundidos llevaron a la NASA a comunicar que El Arenosillo podría servir de enlace fundamental en una red meteorológica europea, similar a la americana, y ser elemento clave de la mundial.

Esto, unido al éxito de la aportación española a la reunión del Cospar, hizo que se extendiera el programa cooperativo Conie-NASA durante dos años más y se aumentase la frecuencia de los lanzamientos⁹⁰.

Por estas fechas, otro programa empezaba a pisar fuerte, era el cooperativo Conie-NASA de investigación ionosférica, al que se le asignaron algo más de siete millones de pesetas, y que se deseaba convertir en un proyecto tripartito Conie-NASA-CNES⁹¹. El interés de la Conie con el CNES era no solo para dar más importancia al programa, sino también para poder operar el *Centaure*, consiguiendo el préstamo de un lanzador sin coste, y poder entrar así en el mercado que permitiera conseguir poner en vuelo experimentos franceses y de la ESRO; el CNES daba su conformidad prefiriendo dos acuerdos diferentes: Conie-CNES y Conie-NASA. Así se hizo, aunque en cada uno de los dos acuerdos se mencionaba el otro. Los motivos de hacerse de esta forma no están claros, si bien parece que no era oportuno en esas fechas un acuerdo entre Estados Unidos y Francia. No obstante, científicamente, aparece en todas las publicaciones como un programa tripartito en vez de dos bipartitos conectados por la Conie.

La NASA ofrecía, además de cuatro Nike, una carga útil de rotación Faraday y el adiestramiento de personal español para su fabricación, así como el apoyo de equipo óptico que fuera preciso, entre el que destacaba una cámara de alta velocidad que permitiría la filmación del cohete a la salida del lanzador.

El MPI también mostraba su interés por la inclusión de una experiencia para la determinación de la densidad de electrones en las dos primeras cargas del *Centaure*, así como la posibilidad de entrenamiento para su posible fabricación en España. El SMN colaboraría facilitando algunas unidades del *Judi-Dart* con chaff y termistor, así como un equipo de radiosondeos en 1680 MHz, lo que permitiría dejar de utilizar el antiguo sistema en 403 MHz usado hasta ese momento. Entregaría también globos y radiosondas para efectuar al menos un sondeo por cada lanzamiento de cohete y un radiofacsimil. De todas formas, las necesidades de coordinación llevarían a que los primeros vuelos se retrasasen hasta 1971.

El aumento de la frecuencia de las operaciones con cohetes hacía imprescindible otro radar; el existente MPS-19, pese a su vetustez, seguía haciendo su servicio; la adquisición de uno supondría un coste de unos cincuenta millones de pesetas⁹²; el MPI propuso traer uno, pero se dejó claro que la operación

89 El chaff era más barato que el de cobre antes utilizado. En principio, contenía 10 000 escamas, que eran expulsadas por nitrógeno a presión, pero, como la nube se «deshacía» en pocos kilómetros, se pasó a 100 000 unidades, con lo que podía durar más tiempo y así recorrer más espacio.

90 Acta del CCT de la Conie núm. 34, de 31 de enero de 1968.

91 Informe del Presidente del CCT de la Conie, de 2 de julio de 1968 [Documento interno de la Conie].

92 Acta de la reunión del CCT de la Conie núm. 36, de 3 de junio de 1968.

del campo sería exclusivamente española. Se producía un cierto ajuste de personal: Cisneros, ya contratado con cargo a la Conie, pasa destinado a Torrejón de Ardoz, y se envía al campo a un nuevo conductor, Antonio García López.

En el presupuesto ya definitivo para el citado 1968 aparecía una partida de catorce millones de pesetas para «Operación Campo de Lanzamiento», a fin de adquirir equipo y afrontar las obras precisas para poder llevar a cabo la realización de las experiencias de granadas, incluyendo la preparación de la rampa para lanzamiento de cohetes con primera etapa *Nike*, la instalación y puesta a punto del radar interferométrico que permitiría seguimientos hasta 240 km, ampliando la solicitud inicial de poder efectuarlos hasta 110 km, antes de su entrega y puesta a punto, con lo que sería válido para el *Nike-Apache*, la adquisición de un cineteodolito y equipo fotográfico, la ampliación de medios en el laboratorio de telemetría, edificios de globos y club-comedor, mejora del sistema de intercomunicación, ampliación de caminos y conexión con la red telefónica comercial⁹³.

Se realizaron los preparativos para el Programa de Granadas Acústicas; pero los lanzamientos hubieron de retrasarse a 1969 al tener que ser simultaneados con los que se llevasen a cabo en los centros de lanzamiento de la NASA en Wallops y Fort Churchill aplazados a ese año⁹⁴. Las aportaciones al Campo para ser utilizadas en este proyecto fueron:

- Un registrador magnético suministrado por la NASA, según el memorando.
- Estación de sonido y cableado correspondiente.
- Un grupo electrógeno Barreiros de 25 KVA.
- Dos cohetes *Nike-Cajun* y accesorios e instalación de la rampa de lanzamiento.
- Instalación del Radint (radar interferométrico Dovap).

Desde 1968, diverso personal del Campo comenzó a participar en las reuniones anuales del Cospar, tanto en el grupo de trabajo WG VI, relativo a cohetes de sondeo, como en el WG IV, correspondiente a la estructura de la alta atmósfera. En las jornadas de este último grupo, en Praga, en mayo de 1969, se presentaba, por Azcárraga, Sánchez Muniosguren y Widdell, un trabajo sobre los vientos en la estratosfera⁹⁵. Se contribuía así a que España y, por ende, El Arenosillo, fuesen más conocidos en los foros internacionales y por la comunidad científica y espacial internacional.

Fruto de contactos con otros organismos fue el acuerdo con el IAS, Institute d'Aéronomie Spatiale de Bélgica, para realizar el análisis de las características aeronómicas de la mesosfera, que fructificaría en el programa de la evolución del oxígeno atmosférico.

⁹³ Acta de la reunión del CCT de la Conie núm. 37, de 3 de julio de 1968.

⁹⁴ Acta de la reunión del CCT de la Conie núm. 38, de 25 de octubre de 1968.

⁹⁵ A. Azcárraga, L. Sánchez and H.U. Widdell: «On the structure of mesospheric winds»; en el *Working Group IV of the XIIIth Plenary Meeting of Cospar*, Praga, 1969.



Equipo optrónico
MSP-2000 con radar
doppler . ■

El CEDEA y los últimos cohetes de sondeo

Parte III

Capítulo 10

LA TRANSFORMACIÓN SE APROXIMA

Al no existir programas conjuntos con cohetes entre la Conie o el INTA y la NASA, esta había cedido al INTA, en 1983, los dos radares MPS-19, modelo que había declarado obsoleto, lo que implicaba la imposibilidad de suministrar piezas de repuesto como había venido haciendo hasta ahora cuando era necesario. Sin embargo, las unidades existentes en El Arenosillo, aunque con dificultades, se mantenían operativas; por ello, Mariano Vázquez estableció conversaciones con Natham E. Novack²²⁹, del Wallops Flight Facility (WFF) de la NASA, conociendo así la existencia de un sistema de este tipo que podría sernos entregado. A través del director general del INTA, Manuel Bautista, se realizaron los contactos personales y oficiales convenientes, consiguiéndose la cesión de ese equipo, no operativo, pero válido para «canibalizar» y obtener repuestos. Con su llegada a Cádiz, en junio de 1986, y la sustitución de diversos subsistemas y componentes en los existentes en El Arenosillo, se paliaron momentáneamente los problemas de trayectografía, sin por ello olvidar la búsqueda de posibilidades de adquirir un nuevo y moderno radar. En esos momentos la estación de telemetría se había reforzado también, teniendo capacidad para hacer seguimientos en las bandas P, L, L/S y S, y se habían adquirido nuevos equipos de meteorología.

El Programa EEAA en colaboración con el IAA y otros centros había pasado por distintos avatares. En un principio, y además de las experiencias del IAA y de la Queen's University of Belfast (QUB), se habían previsto otras de diversos centros del Reino Unido (University College of Wales y universidades de Aberdeen y Aberystwyth) con la supervisión del SERC, que había sustituido al anterior SRC. Mostraban igualmente interés en participar, liderados por G. Martelli, las universidades, también británicas, de Sussex y Southampton y algunos institutos italianos.

Pero la NASA perdió el interés que había mostrado en un principio, y los Nike-Cajun existentes no podrían ser definitivamente utilizados, como ya hemos comentado anteriormente. Se reducía, por tanto, a la participación del IAA con la posible colaboración de la QUB, si esta conseguía resolver sus problemas financieros; además, la prevista desaparición de la Conie podría ser su puntilla. No obstante, y gracias a un trabajo continuo, por parte de los investigadores del IAA y de la QUB y del grupo de cohetes del INTA, con el apoyo del propio personal de El Arenosillo, veremos cómo el programa se reavivaría varios años después. Como datos positivos que permitieron conducir a ello, hay que anotar que se había iniciado un proyecto de ojiva y sistema de eyección para la misma, basado en el utilizado para el Fulmar²³⁰, y que las cargas útiles científicas estaban en avanzado estado de preparación.

El campo de lanzamiento seguía vivo y además de mantener operativo el equipo técnico, en cuanto a personal y material, con ejercicios de entrenamiento, era necesario tener asegurados los servicios generales. Un relevo se hizo especialmente necesario en estos momentos; se trataba del personal del servicio de seguridad, dada la jubilación del existente, procedente en su mayoría de la Guardia Civil²³¹.

La Ley de la Ciencia. Hacia el CedeA

El año 1986 sería el de la Ley de la Ciencia y el fin de la Conie. Al desaparecer esta en abril de ese año, el INTA seguiría con la mayoría de las funciones tecnológicas y creó sus grupos científicos en los que se integraron los de la antigua Conie. El exiguo presupuesto no permitía nuevos programas y tampoco facilitaba la continuación de los existentes. La dotación presupuestaria para todas las actividades espaciales no llegaba a los cien millones de pesetas.

La cantidad asignada para el campo de lanzamiento permitía su subsistencia y muy poco más. La partida para mantenimiento y funcionamiento era de trece millones de pesetas, con lo que había que hacer frente a los gastos de transporte, electricidad, teléfono y télex, reparaciones y adquisiciones de material fungible; otro millón y medio de pesetas, en la partida específica de pintura y reparaciones de infraestructura, permitía atender los gastos urgentes de conservación de edificios. Con otros diez millones provenientes de distintos programas y para adquisiciones puntuales, se llegaba a unos veinticuatro millones de pesetas, cantidad muy baja para las necesidades existentes²³². Pensemos que la dotación para la Conie era similar a la de quince años atrás y lo mismo ocurría con la de El Arenosillo; además, programas como el EEAA veían reducido su presupuesto a cifras casi simbólicas. El momento podía ser crítico, pero El Arenosillo seguiría adelante.

Ese año, 1986, fue para El Arenosillo el primero, desde 1968, sin cohetes que lanzar, por lo que hubo que volcarse en otras actividades. Se potenciaron las instalaciones de Energía Solar y se firmó un acuerdo marco entre el INTA y la Junta de Andalucía que permitiría incluir acuerdos sectoriales para fortalecer las actividades en ese campo en El Arenosillo.

229 Esta persona fue un excelente enlace para todas las cuestiones relacionadas con los radares, desde la llegada del primero, en 1966.

230 Recuérdese que era la versión británica del INTA-300, comercializada por BAJ.

231 En 1985, se incorporaron Ceferino Martín Moratín y Manuel Cedillo, que continúan en ese servicio, Jerónimo Amorós Espadero, que estuvo pocos años, y Miguel Sánchez Pino, quien en 1994, al comenzar a prestarse el servicio de seguridad por una empresa privada, pasó a encargarse de los grupos generadores. Al año siguiente lo hicieron Federico Soubrier García (hijo), que años después pasó a la Estación de Sondeos Atmosféricos, su hermano José, que en 1994 se incorporaría a generadores, y Pedro Martínez Martín, que en esa misma fecha lo haría al taller mecánico.

232 Hay que tener presente que estamos hablando de un equivalente monetario de poco más de ciento cuarenta y cuatro mil euros.

Por otro lado, se llevó a cabo una campaña de ozonosondeos en primavera, en momentos en que el estudio del ozono tenía interés preponderante, y se realizaron, en colaboración con personal de la Universidad Complutense, estudios de física atmosférica con instrumentos situados a bordo de un globo cautivo instalado en El Arenosillo.

El espectrofotómetro *Dobson* era usado ya en muchos centros de diversos países, existiendo problemas en una calibración adecuada del equipo, por lo que las medidas obtenidas en distintas partes del globo podían no ser hechas utilizando el mismo patrón unitario; para resolver el problema se hicieron unas jornadas en Suiza con la participación de técnicos y científicos, que llevaron sus equipos a un mismo lugar, con el fin de efectuar intercorrelaciones de medida entre todos ellos, de forma que las determinaciones desde ese momento efectuadas fueran similares en los diversos centros que poseían ese sistema²³³.

El equipo de telemidida se mejoraba con un deconmutador DPAD y un par de años después con otro, esta vez un ADS.

La campaña de globos transmediterráneos mantenía la actividad del campo en verano y se continuaban llevando a cabo colaboraciones con el Ejército de Tierra y con la Armada. Se mantuvieron nuevos contactos con los alemanes del Dfvlr y de su grupo móvil Moraba, y con el también conocido MPI, para la posible realización en El Arenosillo de lanzamientos de cohetes *Orion* dentro del Programa *Strafam*, de estudios aeronómicos, pero dichos cohetes fueron definitivamente lanzados en Kiruna, ya a principios de los años 90.

En 1987 se produjeron cambios en el campo. Mariano Vázquez continuaba siendo Jefe de la Base de Lanzamiento e Instalaciones de El Arenosillo, pero ese puesto de trabajo pasaba a ubicarse en la sede de la Dirección General del INTA en Torrejón de Ardoz, sin que por eso cambiaran sus funciones. Por ello, Ángel Fernández Abad fue nombrado jefe accidental de las instalaciones en El Arenosillo.

Esa estancia en Madrid, incómoda en cierta forma por los frecuentes viajes y los contactos telefónicos continuos con El Arenosillo, me aportaba otras facilidades para iniciar una transformación en el campo²³⁴. De esa forma, y sin abandonarse por ello las actividades continuadas en el mismo ya mencionadas en el año anterior, a las que se unieron alguna otra como la de ensayos con armas lanzadas desde avión, surgió ese mismo año el *Informe sobre la Potenciación de El Arenosillo para su utilización como Polígono de Tiro por el Ministerio de Defensa*, que fue bien acogido por el director general del INTA y por el presidente de su Patronato y remitido a la DGAM²³⁵.

Una participación en tierras lejanas tuvo El Arenosillo. El MAP había aprobado un proyecto cooperativo internacional, el Programa AMA, para el estudio de la atmósfera media en la zona antártica, con la participación de los países científicamente avanzados. El Grupo Científico de Meteorología del INTA y el INM solicitaron que el INTA participase, manteniéndose en El Arenosillo reuniones de un grupo de trabajo dirigido por el INM para tratar de plani-

ficar una actuación en esa parte del globo, contando con equipos técnicos y medios humanos de El Arenosillo, para participar en los estudios de su atmósfera, con la finalidad de «ampliar el conocimiento que se posee de su comportamiento, [estudiando] su dinámica, estructura y composición, para compararlo con otras latitudes, [y especialmente] con la del hemisferio Norte»²³⁶. Pese al interés despertado por el proyecto, este, ante la magnitud económica, se reduciría, asistiendo, como científico, Juan Cisneros, ya reincorporado al INM²³⁷, y Jesús de Dios, de El Arenosillo, este como experto para la realización de ozonosondeos. La estancia en las zonas australes fue entre septiembre y noviembre de 1987, en la base argentina «Vicecomodoro Marambio», situada en la isla de Seymour, en el mar de Weddell, junto al extremo de la península antártica. Esta participación sería la pionera de las que continuaron los años siguientes, en las que se realizarían ya las determinaciones de ozono desde la base española de la isla Livingston.

En noviembre de ese año, el intento de «potenciar» El Arenosillo empezaba a cuajar, autorizándose por el Ministerio de Defensa el inicio de un estudio de viabilidad, para lo que se formó un grupo de trabajo con representantes del Emacón, DGAM, Digenín, cada uno de los tres ejércitos y el propio INTA. Por parte del INTA, se designó representante y secretario del mismo a Mariano Vázquez, con el que colaboraría Adolfo Abad, quien poco antes se había trasladado también a Torrejón. Las actuaciones de ese grupo se iniciaron de forma inmediata, con el fin de presentar el informe del resultado del trabajo en el plazo de un año.

Pero el año 1988 fue otro año de cambios, al producirse en septiembre una reorganización interna en el INTA, siendo Fernando de la Malla nuevo director general del Instituto. Ángel Fernández Abad era nombrado jefe del Centro de El Arenosillo, integrándose este en el nuevo Departamento de Sistemas de Armas y Equipos²³⁸. En los últimos días de diciembre se hizo la presentación ante el secretario de estado del Estudio de Viabilidad para la Potenciación del Centro Experimental de El Arenosillo, usándose por primera vez el acrónimo de Cedeá²³⁹.

233 Asistieron Javier Cacho y Jesús de Dios.

234 Como me comprometí con algunos de mis colaboradores de El Arenosillo el día de mi marcha de ese centro.

235 El título del informe es el reflejado en cursiva. El autor del mismo era Mariano Vázquez. Manuel Bautista era el director general y José Antonio Jiménez de Andrés el presidente del Patronato. En el mismo se usaba por primera vez la denominación de Centro Experimental de El Arenosillo.

236 Escrito transmitido a El Arenosillo solicitando los preparativos para la realización de esas reuniones.

237 Adonde había regresado en 1985 como jefe de la Sección de Investigación.

238 Julián Simón era el director de este Departamento, en el que se integraba Mariano Vázquez, ahora como jefe de Programas para el Centro Experimental de El Arenosillo.

239 Así se cumplía el plazo previsto. La firma Inisel había prestado colaboración en aspectos concretos del estudio. La presentación fue realizada por Julián Simón y Mariano Vázquez. El nombre del centro sería cambiado, a mediados de los 90, por el de Centro de Experimentación de El Arenosillo, conservándose el acrónimo.

Comentemos brevemente algunos puntos de dicho estudio. Los objetivos del Cedeá serían la investigación de sistemas militares, la experimentación de misiles en proceso de desarrollo, la evaluación y recepción de lotes, el entrenamiento y calificación de unidades operativas y la experimentación científica con cohetes. Las misiones de El Arenosillo se modificaban pues, y para su cumplimiento, ya como Cedeá, se consideraba necesario la creación de una Unidad de Aviones Blanco, la potenciación de los sistemas de comunicaciones internas y con el exterior, la adquisición de modernos radares y equipos optrónicos²⁴⁰, efectuar mejoras en telemedida, telemando y equipamiento meteorológico, incorporar una nueva base de tiempos y dotar al centro de nuevos radares y otros sistemas de vigilancia para la seguridad de las operaciones.

Se preveían mayores necesidades de personal y la creación de una Jefatura de Programas –de hecho ya existente– y se solicitaba una inversión de siete mil millones de pesetas para una primera fase, con un posible aumento posterior en otra cantidad similar si se quisieran ampliar las dotaciones del centro; en cualquier caso, cuatro mil millones deberían estar disponibles en los tres primeros años, para conseguir un mínimo de operatividad adecuada no después de 1993.

A principios de 1989 fue aprobado el arranque del ya Programa de Potenciación del Cedeá²⁴¹. Se dio comienzo a los primeros estudios de proyecto, contando con la participación de varias personas del Departamento de Sistemas de Armas y Equipos y del propio Cedeá, al que se produjeron ya algunas incorporaciones²⁴², y se hicieron las primeras selecciones y evaluaciones de los equipos a utilizar. Se colaboró con la firma Inisel y se hizo un análisis detallado de la organización y equipamiento del Polígono Interejércitos de Salto di Quirra (Cerdeña, Italia). En lo relativo a nuevos equipos, la decisión sobre los optrónicos se inclinaba hacia los fabricados por la firma alemana MBB²⁴³, con preferencia sobre los americanos; sin embargo, en los radares se tendía hacia los del otro lado del Atlántico, al no parecer los europeos adecuados para nuestras necesidades, evaluándose en la Base Aérea de Eglin (Florida) los fabricados por la firma Tracor²⁴⁴. Con la escasa asignación presupuestaria para ese año se iniciaron algunas adquisiciones urgentes ya imprescindibles, tratándose fundamentalmente de equipos meteorológicos: un facsímil para recepción de datos de satélites meteorológicos y un sistema Vaisala para radiosondeos y determinación de vientos.

Es conveniente destacar que continuaba la operatividad del campo. En julio de 1989 voló en un globo transmediterráneo la experiencia *Iliada*, fruto de un proyecto coordinado entre el INTA, el Observatorio del Ebro y el Departamento de Física Atmosférica de la Universidad de Washington (EEUU), destinada al estudio del gradiente horizontal del campo eléctrico atmosférico a la altura de vuelo del globo (cerca de 40 km). Para ello se usaban dos

sondas de *Langmuir*, situadas a una distancia determinada entre ellas, y se mediría la diferencia de potencial entre ambas mediante un amplificador diferencial, para comparar esos valores con los obtenidos en las estaciones de tierra del Cedeá y del Observatorio del Ebro, entre otras. Para ello se disponía de un presupuesto muy escaso (cuatro millones y medio de pesetas, repartido entre las anualidades de 1985 y 1986); el investigador principal fue Benito de La Morena, destinado en El Arenosillo, lo que motivó también que varios elementos mecánicos de la citada experiencia fueran diseñados, contruidos y montados en el propio centro; de esa forma el vuelo tuvo para el personal del Cedeá un significado especial, al saber que lo que llevaba a bordo había sido, en parte, desarrollado en El Arenosillo, viéndose, por tanto, como algo más cercano para las personas que desde el centro controlábamos la trayectoria del globo, y para las del equipo de recuperación, algunas de las cuales habían participado en el montaje de la propia experiencia²⁴⁵.

Ese año se mantuvieron contactos para la posible evaluación de los misiles *Roland*, entonces en fase de adquisición por el Ejército de Tierra.

Desde el punto de vista espacial, se inicia otra actividad importante; se trataba de lo que sería el Programa de Calibración de Transpondedores y Seguimiento del Satélite ERS-1, encargado por la Agencia Espacial Europea (ESA). El ERS-1 (European Remote Sensing Satellite) era un satélite de teledetección europeo, cuyo objetivo, según la propia ESA, era aportar «una substancial contribución al estudio científico del medio ambiente, al permitir determinar parámetros no cubiertos por otros satélites existentes», fundamentalmente, estado del mar, vientos en la superficie marina, circulación oceánica y niveles mar-hielo, así como la toma de imágenes de océano, hielo y tierra.

Se instalaron tres estaciones controladas por El Arenosillo: una en el propio campo, otra en la Universidad de Málaga y la tercera en el Instituto Abdera, en Adra (Almería). Su objetivo sería el de recibir los datos de un «difuso

240 Hemos decidido emplear esta palabra plenamente adoptada por los técnicos, para referirnos a equipos que utilizan elementos ópticos y electrónicos conjuntamente para un mismo fin, en este caso para el seguimiento de móviles en el espacio.

241 Quedaba asignado al Departamento de Sistemas de Armas y Equipos, haciéndose cargo del mismo Mariano Vázquez, que continuaría como jefe de Programas para el Cedeá.

242 Para el programa se cuenta con Ángel Fernández Abad, Francisco Caballero, Adolfo Abad, Fernando Sánchez Miró y otros apoyos puntuales. En El Arenosillo destacaremos las incorporaciones de los capitanes Ildefonso Díaz para administración y Sebastián Ruiz para seguridad y servicios generales, la de Juan Manuel Crespo a radares (si bien dos años más tarde pasaría a servicios generales), y las de los especialistas de Aviación Pablo Martín Merino, Francisco Ramos y Manuel Vázquez, el primero para telemetría y los otros dos para radares.

243 Posteriormente pasaría a denominarse, por poco tiempo, MSG, y más tarde STN, acrónimo de SystemTechnik Nord; en la actualidad se denomina Rheinmetall Defence Electronics (RDE).

244 Antes denominada Vitroservics y más tarde BAE Systems.

245 Los resultados obtenidos en esta experiencia se exponen en: B. A. de La Morena, L. F. Alberca, J. J. Curto and R. H. Holworth: «Stratospheric electric field measurements with Transmediterranean Ballons»; *Advances Space Research*, vol. 13, núm. 1, 1993; pp. 381-384.

sómetro de viento», que permitiera conocer la dirección y velocidad del viento en la superficie marina, con lo que poder determinar el movimiento y altura de las olas. El satélite fue lanzado desde el Centro de Lanzamiento de Kourou, en la Guayana Francesa y puesto en órbita polar en julio de 1991, comenzándose a recibir la información indicada, en banda C, en las mencionadas estaciones. En 1995, se puso en órbita el ERS-2, recibándose las determinaciones recogidas por ambos satélites hasta 1998, en que el ERS-1 fue desactivado. Si bien la instalación de recepción de Málaga fue suprimida en 1996, las de El Arenosillo y Adra continúan funcionando a la hora de escribir estas líneas.

Fue un tiempo también en el que se iniciaron bajas significativas de personal, que afectaron a los cuatro especialistas de Aviación en plantilla en el Cedeja. Federico Soubrier y Jerónimo Amorós, tras un buen número de años, se retiraban este 1989. Poco antes Julio Hernández, que se había incorporado en 1966 como uno de los responsables del radioteletipo, y después estuvo en el equipo de radar, había pasado destinado al Departamento de Sistemas de Armas y Equipos, trasladándose al campo, cuando era conveniente, para apoyo a las operaciones importantes en el Cedeja, y retirándose en 1993; un año antes lo había hecho el armero Victoriano López Sánchez, uno de los «fundadores» del campo.

El Programa Dyana

Pero lo más destacable es que en 1990 volvieron los cohetes de sondeo a El Arenosillo, tras casi cinco años de ausencia; se utilizarían todo tipo de sistemas de observación y la campaña se llevaría a cabo en el primer trimestre de ese año. Veamos sus objetivos, preparación, importancia y ejecución.

En 1987 se había hecho el primer llamamiento para una cooperación internacional para el estudio de la dinámica de la atmósfera; se trataba de la campaña Dyana, que sería del tipo, entonces denominado, GBR, es decir, utilizando cohetes, globos y equipos de medición desde tierra. El especial interés del uso de cohetes se debía en este caso a la necesidad de realizar me-



Ensayos del cohete S-12 (1989)²⁴⁶. Antena de seguimiento del ERS. ■



diciones en zonas entre 50 y 100 km, *in situ* y con un error menor de 1000 metros.

Era liderada por D. Offermann, del Departamento de Física de la Universidad de Wuppertal (en la todavía entonces RFA), quien solicitó la colaboración directa de 176 científicos de todo el mundo, además de la de centros tecnológicos, campos de lanzamiento y otras entidades de prestigio que disponían de medios de determinación de parámetros atmosféricos²⁴⁷. La solicitud de la participación de El Arenosillo era de capital importancia, pues se le designaba como «punto (0,0)» o central, desde el que se definirían las posiciones de los demás lugares de observación.

Los objetivos de la campaña, reflejados en el manual de campaña²⁴⁸, eran el estudio de:

- Ondas planetarias de cualquier longitud de onda, observando su estructura, lugares de formación, influencia en la baja estratosfera, su saturación en la mesosfera, su excitación en la frontera mar/terra (Atlántico/Europa) y su contribución a la meteorología.
- Ondas gravitatorias y en especial su estructura, excitación en la ya mencionada frontera, saturación y turbulencias y la interacción entre estas y las planetarias.
- Turbulencias, su estructura general y en zonas específicas (por ejemplo en Escandinavia a 80 km de altura), estructuras en capas horizontales y en chimeneas e interacciones con los tipos de ondas mencionadas.
- Distribución de los constituyentes menores de la atmósfera, dinámica de los mismos, modulación por las ondas antedichas y sus consecuencias en la fotoquímica, los rayos infrarrojos, la radiación, etc.
- Comparación de datos entre unos y otros métodos de medida: cohetes con lídars²⁴⁹, y los del tipo GBR con los obtenidos por satélites.

Tras varias conversaciones científicas sobre temas determinados, tuvo lugar una gran reunión científica y operativa preparatoria, en diciembre de 1988 en Colonia (RFA)²⁵⁰, en la que se aprobó su realización, y lo tratado per-

246 Los ensayos se realizaron, como se indica en el texto, con el lanzador Lanco 06.100. A la izquierda aparece, inclinado, Jesús Jadraque, colaborador más tarde en el Programa de Potenciación de Cedece.

247 Entre los científicos estaban Manuel Gil Ojeda y Benito de La Morena, del INTA; Juan Cisneros, ya en el INM, y personal del IAA y de la Universidad de Granada. También se pedía la colaboración del Observatorio del Ebro y la del INTA, concretamente la de El Arenosillo.

248 *Dyana. Dynamics Adapted Network for the Atmosphere. Campaign Handbook*. July 1989. [Distributed by D. Offermann and M. Bittner. Physics Department, University of Wuppertal].

249 El Lidar (acrónimo de Light Detection And Ranging) tiene un fundamento similar al del radar, pero utilizando ondas luminicas, permitiendo determinar la distancia mediante la medición del retraso entre la emisión del pulso y su detección a través de la señal reflejada. Hoy es muy usado en topografía, además de serlo en la física atmosférica como lo fue en esta campaña. Utilizo la palabra con acento en la í por ser como normalmente se pronuncia.

250 Por el INTA participaron Manuel Gil, como científico, y Mariano Vázquez, como operativo, quien posteriormente sería nombrado director de la campaña Dyana por el INTA.

mitió elaborar el «libro de campaña» en el que se adjudicaban los cometidos a los centros operativos y a los científicos participantes. La campaña tendría lugar en 1990, y entre mediados de enero y mediados de marzo, época en la que es mayor la posibilidad de que se produzca la anomalía invernal en el hemisferio norte. Se consideraban tres zonas de actuación, a partir del centro situado en El Arenosillo: central, interior y exterior; la central en un círculo de 1500 km de radio desde El Arenosillo, como punto (0,0); la interior entre 1500 y 4000 km de dicha referencia, y la exterior a más de esta última distancia.

Una «precampaña» se dirigiría a la exploración del estado de la dinámica atmosférica, en la que participarían una base de lanzamiento y un líder, así como algunos espectrómetros, en la zona central. Al observarse la existencia de la anomalía invernal, se pasaría a una fase principal, periodo en el que se efectuarían, al menos, dos lanzamientos de cohetes semanales desde cada uno de los campos participantes, y se intensificarían las observaciones con líder; esta frecuencia se aumentaría si se apreciaban ondas gravitatorias y turbulencias. Al final de la anomalía y, por tanto, al final de la mencionada fase principal, y sobre todo si ocurriese en marzo —cambio estacional a la primavera—, sería un gran momento para realizar un estudio concreto y exhaustivo de los componentes menores (H_2O , O_3 , etc.) y la relación entre la dinámica y la fotoquímica. Otro de los aspectos que se consideraba importante era la conexión entre el incremento del ozono y la actividad de las ondas gravitatorias.

Se hacía especial hincapié en que los cohetes se lanzasen, en todos los centros, en el entorno de un minuto sobre la hora marcada en cada caso por la dirección de la campaña, debiendo tenerse en cuenta que los avisos de lanzamientos no rutinarios se darían no más de dos horas antes de la escogida para efectuarlos. En El Arenosillo, al coincidir cohetes, radiosondeos y ozonosondeos, tanto rutinarios como por avisos a los que se precisaba atención permanente, con las funciones de apoyo al personal científico y la operación de los sondeadores con base en tierra, hizo que algunas personas se vieran obligadas a estar en el campo hasta 48 horas seguidas.

La participación de El Arenosillo fue la siguiente: lanzamientos de cohetes y radiosondeos para los experimentadores D. Offermann y M. Bittner, a fin de determinar vientos y temperaturas; cohetes, ozonosondeos y determinaciones con espectrofotómetro *Dobson* para Juan Cisneros (INM), Manuel Gil y Javier Cacho, dirigidos al estudio de vientos y temperaturas, ozono y NO_2 ; Benito de La Morena se encargó de la determinación de absorción en la capa D y de la densidad de electrones en la capa Es, utilizando el sondeador de incidencia vertical y el ionosférico de absorción A3 (también usado por el padre Alberca en el Observatorio del Ebro). Además se estudiaron las concentraciones de OH y O_2 con un *air-glow* y otros equipos, por parte de Jürgen Scheer, perteneciente al Centro Argentino de Estudios de Radiocomu-

nicaciones y Compatibilidad Electromagnética (Caercem), desplazado al Cedeas como participante por el Programa Nacional de Radiopropagación de Argentina.

La campaña tuvo lugar del 11 de enero al 16 de marzo, lanzándose cerca de 270 cohetes meteorológicos y quince vehículos de sondeo atmosférico desde doce campos de lanzamiento; los tipos de cohetes utilizados fueron los meteorológicos *Super Loki*, *Viper* y M100B, y los de sondeo *Orion*, *Nike-Orion* y *Skylark 6*. Además de hacerlo desde El Arenosillo, se lanzaron cohetes en: Andoya (Noruega), Kiruna (Suecia), CEL (Las Landas, Francia), Zingst (Alemania), Cold Lake (Canadá), Heiss Island y Volgogrado (Rusia), Thumba y Balasore (India), y Ryori y Uchinora (Japón). También se volaron unos 300 globos equipados con radiosondas y ozonosondas, a los que habría que añadir un número superior al medio millar para determinaciones de apoyo a los lanzamientos de cohetes.

En El Arenosillo, entre el 15 de enero y el 15 de marzo, se lanzaron 22 cohetes *Super Loki*, quince de ellos aportados por la Universidad de Wuppertal; se efectuaron 18 radiosondeos y 19 ozonosondeos y se volaron unos 40 globos para la determinación del viento balístico para los lanzamientos; se realizaron además incontables observaciones con los equipos de tierra propios y treinta noches completas de observación con el equipo argentino.

La labor realizada por El Arenosillo en esta última campaña internacional con lanzamiento de cohetes mereció la felicitación especial del propio director de la misma, D. Offermann y de otros científicos que utilizaron los datos aportados por el centro español; fue el mejor pago para muchos de los que participamos en ella, ya conscientes de que los cohetes meteorológicos o de sondeo únicamente volverían, si acaso con cuentagotas, como así fue, pero también convencidos de que el campo entraría en una espiral operativa diferente con el Programa de Potenciación, lo que permitiría su permanencia aunque con distinto tipo de funciones y tareas.

Capítulo 11

EL CENTRO EXPERIMENTAL DE EL ARENOSILLO²⁵¹

Otros cambios se iban a producir en el Cedeas ya entrado 1990. Juan José Martín Francia²⁵² era nombrado director del Centro de El Arenosillo, integrado en la Subdirección Técnica, con dependencia directa del subdirector ge-

251 Nombre cambiado posteriormente a Centro de Experimentación de El Arenosillo.

252 Coronel del Arma de Aviación (Escala de Vuelo) del Ejército del Aire.

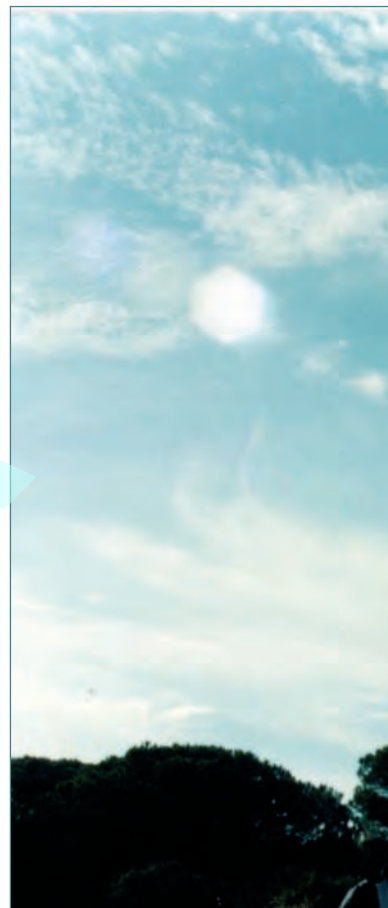
neral, de forma que aumentaba su importancia en el contexto general del INTA. El Arenosillo pasaba, ahora de forma oficial, a convertirse en Centro, nombre asignado, con categoría similar a la de departamento, a aquellas unidades con características específicas en cuanto a su funcionamiento o situadas fuera de las instalaciones de Torrejón (en el caso del Cedeá se daban las dos circunstancias); por otro lado, en aquel momento existía una sola subdirección de tipo meramente técnico en el Instituto y que dirigía Eduardo Mezquida. El Arenosillo recuperaba así una importancia similar a la que ya tuvo en los años 80 cuando su director dependía directamente de la Dirección General del INTA.

Así mismo, Pedro Cabezas fue designado jefe del Programa de Potenciación y de la propia Área de Coordinación y Potenciación a la que el programa fue asignado, perteneciendo a la misma Subdirección Técnica. Nuevas personas se incorporarían a esta área y al propio Cedeá²⁵³.

Ese año ya se disponía de alguna asignación económica, dentro del citado Programa de Potenciación del Cedeá. Se construyó en El Arenosillo un edificio prefabricado para así dar ubicación al nuevo personal; se iniciaron los contactos con la casa alemana MBB para la evaluación detallada de sus equipos optrónicos; se continuaron los ya existentes con la norteamericana Tracor y otras firmas europeas para avanzar en el estudio de radares de seguimiento; y se adelantó en el trabajo para la toma de decisiones sobre los radares de vigilancia para la seguridad en los ensayos. Por otro lado, se seguían realizando las colaboraciones de seguimiento con el Ejército de Tierra y con la Armada para el entrenamiento de sus unidades dotadas con misiles.

Se mantuvieron contactos con la BWB, Dirección de Armamento y Material del Ministerio de Defensa Alemán, como continuación de las aproximaciones mantenidas por esa institución en los dos años anteriores, que pronto fructificarían en el Programa Medea²⁵⁴ para realizar los ensayos de evaluación de los misiles *Stinger* de fabricación europea, bajo licencia norteamericana; para ello se hizo preciso la utilización del vecino Campo de Tiro del Ejército de Tierra en el Médano del Loro (a escasos cuatro km del Cedeá), cuya vida ya quedaría para siempre unida a la de El Arenosillo.

La Potenciación seguía adelante, pero el Cedeá se empezaba a «separar del espacio», es por ello por lo que debemos seguir comentando sus actividades en el ámbito militar, lo que haremos de una forma algo más escueta, al igual que lo haremos sobre el equipamiento que se irá adquiriendo, pues más adelante ofreceremos una visión de la situación y posibilidades del campo al día de hoy y un resumen de lo realizado en dicho ámbito de trabajos hasta la fecha. Se continuaban apoyando los ejercicios de las FAS y ya se hablaba del futuro con el personal de las unidades militares con las que más pronto o más tarde se colaboraría intensamente.





INTA-100 *Rocio 7*,
lanzado el 18 de enero de
1991²⁵⁵. ■

El regreso del INTA-100 y el XXV aniversario de El Arenosillo

Volvamos a los últimos programas de cohetes. Es probable que la participación con éxito del CedeA en la campaña Dyana y su integración, aunque no por mucho tiempo, en el Departamento de Sistemas de Armas y Equipos influyera en la continuación del desarrollo del INTA-100, que era realizado en este mismo departamento; lo cierto es que se reanimó el trabajo del proyecto, volviendo el cohete al CedeA. Tres nuevas maquetas, designadas con las sucesivas denominaciones de M0, M1 y M2, fueron lanzadas en octubre y noviembre de 1990, para comprobar las modificaciones de diseño últimamente efectuadas. En enero de 1991, volarían otros dos prototipos, los *Rocio 7 y 8*, el segundo de ellos con un lastre simulando la carga útil meteorológica que debería portar el vehículo definitivo; los dos sirvieron

para comprobar el funcionamiento del sistema de eyección y la apertura del paracaídas; el primero de ellos alcanzó los 118 km de altura. En este tiempo, hubo bajas y altas, motivadas por el paso del tiempo, en el personal del equipo de proyecto que acudía a estos lanzamientos²⁵⁶.

En 1991 se celebró el XXV aniversario del primer lanzamiento en El Arenosillo, «el nacimiento del campo», que definitivamente quedaba fijado en el día 14 de octubre. Recordemos que, por un lado, ese día, veinticinco años

253 Luis del Barrio en Telemedida, y Rafael Garrido y José Padilla en Radares, lo hicieron al CedeA. Mariano Vázquez permaneció en Potenciación, área y programa al que en 1991 se integrarían Juan Manuel Fernández Albarracín y Benito Calvo, fecha en la que ya estaba en la misma Adela Fernández.

254 Esta denominación se escogió por su parecido con CedeA; posteriormente se la hizo coincidir con las iniciales de *Misiles, Ensayos, de El Arenosillo*.

255 De izquierda a derecha: de pie, Juan Sánchez, Jesús Vera, Carlos Egea, Jesús Pazos, Eugenio Vidal, Fernando Rodrigo, Gonzalo Mosquera y Enrique Fraga (director del Departamento). Agachados: Jaime Sáenz, Manuel Pérez Moreno, Julián Simón, José María Márquez y Victoriano López.

256 En esta época ya intervinieron Eugenio Vidal, Fernando Rodrigo, Gonzalo Mosquera, Rafael Fernández Lizán y Jesús Pazos, entre otros. Jesús Vera y Juan Sánchez, con el apoyo de Cayetano Doñamayor, serían ya los encargados de los equipos fotográficos y de vídeo.

antes, fue el primer lanzamiento de un *Judi-Dart*, pero, por otro lado, también se decía, en aquel momento, que solo se había tratado de un ensayo y el primero, un *Skua I*, había sido lanzado el día 15. Considero personalmente, pues además fui uno de los que participaron en la elección de esa fecha, que fue la decisión acertada, sin tener en cuenta que hubiera sido o no un cohete para ensayo de las operaciones, pues siempre ha estado considerado como el cohete número uno, no el cero, de los lanzados en el campo.

Ante la celebración del evento, se decidió lanzar un INTA-100; sería el *Rocío 9* equipado con una carga útil meteorológica lastrada y con paracaídas. Fue un momento de reunión de muchas personas que habíamos participado en la vida de El Arenosillo y, lógicamente, también de recuerdos de otros que por diferentes motivos no podían asistir. El acto fue presentado por el secretario general del INTA, Luis Guitart²⁵⁷, y por el Director del Cedeá, Juan José Martín Francia, asistiendo representantes de diversos organismos del Ministerio de Defensa y autoridades provinciales y locales, así como personal de los medios de comunicación. Al día siguiente se lanzaría el *Rocío 10*.

Otros dos INTA-100 más, los *Rocío 11* y *12*, estaban preparados para su lanzamiento, por lo que se decidió realizar una campaña en abril de 1992. Iban equipados con carga útil tecnológica para la determinación del giro, mediante un magnetómetro en los tres ejes, así como de las aceleraciones longitudinal y laterales, y de las temperaturas exterior e interior de la cubierta de la carga útil. Las frecuencias de los transmisores de telemetría utilizados fueron 2260 y 2280 MHz, y sus resultados fueron registrados y facilitados al equipo de proyecto²⁵⁸. El segundo de estos vuelos, el 8 de abril, fue el último de los de este tercer tipo de cohetes de sondeo del INTA.

El cambio se acelera. Los misiles

Retrocedamos un poco en el tiempo para comentar las transformaciones que se habían ido produciendo en el Cedeá. En 1991 se habían instalado los radares de vigilancia aérea y marítima para permitir controlar la seguridad en los ensayos, compatibilizando los criterios anteriormente utilizados en los ensayos de cohetes con los habituales de los polígonos de tiro militar. Se continuaron todas las relaciones iniciadas y se realizó un estudio en el campo de tiro alemán de Meppen para adaptar el Cedeá a las necesidades del, ya comentado, Programa *Medea*, del cual se veía inmediata la firma del acuerdo correspondiente para su ejecución en El Arenosillo. Se valoraron las necesidades de blancos aéreos y se prosiguió con la evaluación de diferentes tipos posibles; también se comenzó la preparación de un blanco marítimo flotante, preciso para ensayos comprendidos en este programa. Se avanzó en el estudio de los radares, valorando características, coste y plazo de entrega, y se decidió la adquisición de los oprónicos a la firma STN (antes MBB); igualmente se contrató el acopio del primer tipo de avión blanco, el





XXV aniversario de El Arenosillo (14 de octubre de 1991)²⁵⁹. ■

inicio del Programa *Medea*, haciéndose este presente en el Cedeá. Se terminaron algunas pequeñas obras de infraestructura y servicios, y se adquirieron elementos de apoyo para las actividades a punto de comenzarse.

El programa *Medea* se iniciaría enseguida, y se hacía preciso tener todo preparado para realizar los primeros ensayos en el mes de marzo. Tres sistemas iban a ser necesarios: equipos optrónicos y control de operaciones, aviones blanco y blanco marítimo fijo. Ya se habían adquirido dos equipos optrónicos y un centro de control móvil pero ninguno de ellos llegaría a tiempo; los aviones blanco estaban también contratados, entregándose en fecha al Cedeá, aunque no se disponía de personal entrenado para su manejo; por su parte, el blanco marítimo se encontraba en preparación.

Mirach-100/4, ya certificado para su utilización en el citado programa, a la firma Dornier que comercializaba este producto fabricado por la italiana Meteor²⁶⁰.

Este mismo año ya se iniciaba el Programa *Etedea*²⁶¹, consistente en la colaboración permanente para el entrenamiento de las unidades de misiles del Ejército de Tierra, siendo cometidos del Cedeá el aprovisionamiento y vuelo de los aviones blanco, el seguimiento trayectográfico y el control de las operaciones. Este programa era continuación natural de las colaboraciones en los ensayos de misiles realizadas desde 1981 con el Ejército de Tierra adaptándose en cada momento, claro está, a las posibilidades ofrecidas por el Cedeá.

Al inicio de 1992 comenzaban a materializarse la potenciación y el

257 General de Intendencia del Ejército del Aire que, durante sus muchos años en el INTA, había colaborado en las relaciones entre INTA y NASA.

258 Al mismo se había reincorporado Luis Rodríguez Martín como responsable de las cargas útiles.

259 Sobre conmemorativo matasellado en Mazagón. Presentación del acto por Luis Guitart (a la derecha), al que seguiría en el uso de la palabra Juan José Martín Francia (a la izquierda).

260 Conocida primeramente como Meteor Alenia, para pasar luego a Meteor CA, y de la que volveremos a hablar más tarde como Galileo Aviónica.

261 Su denominación, como ya había ocurrido con *Medea*, fue elegida por su parecido a Cedeá; posteriormente se le hizo coincidir con las iniciales de Ejército de Tierra, Ensayos, de El Arenosillo.

En febrero se recibieron, cedidos por el Ministerio de Defensa Alemán, los dos equipos optrónicos que, de momento, suplirían a los ya encargados por el INTA a STN y un centro de control provisional; los dos optrónicos eran anticuados en relación a los adquiridos por el INTA, y aún más lo era el centro de control, instalado por cierto en una caravana, y que estaba equipado con estaciones de trabajo WAX (no tenía nada que ver con el moderno que recibiría El Cedeá poco después).

Se recibieron las unidades de vuelo y el equipo de tierra del avión blanco *Mirach-100/4*, y llegó a El Arenosillo el personal italiano que se haría cargo inicialmente de su manejo. Se terminó de preparar un blanco marítimo adecuado al tipo de ensayo, aprovechando un viejo blanco flotante de la Armada, que fue puesto en estado navegable y trasladado al puerto de Huelva, y al que se instalaron los generadores de infrarrojos y otro equipamiento necesario. Todo el equipo preciso para la campaña estaba preparado, por lo que ese mismo mes se realizó una precampaña para calibración de equipos y coordinación entre personal español, alemán e italiano.

En el mes siguiente tendría lugar, con pleno éxito, la primera campaña de ensayos de misiles *Stinger*, prevista en el MOU con el BWB. Era preciso atenerse exactamente al programa de ensayos para la evaluación y aceptación de los diferentes lotes de fabricación; para ello se efectuaban tiros, bien contra el blanco marítimo, bien contra el avión blanco, y el número de disparos por campaña podía oscilar entre cinco y doce dependiendo de los resultados que se fueran consiguiendo. Como parte de esa primera campaña, el 10 de marzo, se llevó a cabo en el Cedeá, por primera vez, el vuelo de un avión blanco, el *Mirach-100/4*, operado por el equipo italiano allí desplazado, con el apoyo de personal del Cedeá²⁶². Conviene que hagamos notar, ya al llegar a este punto, que el avión blanco utilizado para estas primeras campañas *Medea* fue siempre el *Mirach-100/4*, y hasta 1998 no empezó a usarse el *Banshee*, del que hablaremos en su momento, el cual ya había entrado en servicio, para ser utilizado con otros tipos de misiles, en 1995.



Campaña *Medea* (1992).
Misil *Stinger* en vuelo.
Radares de vigilancia.
Preparativos del blanco marítimo. ■



Otra campaña *Medea* más tendría lugar en noviembre, continuando después a un ritmo de cuatro o cinco al año, hasta completar en 2001 las treinta y cinco estipuladas en el acuerdo y otras dos más que se añadieron al mismo, en las últimas de las cuales se efectuarían algunos lanzamientos desde el hombro y desde helicóptero. Un total de unos 250 misiles *Stinger* serían ensayados hasta la fecha indicada de conclusión del programa.

Con el fin de ir aumentando la autonomía propia del campo para este y otros programas, en septiembre de ese año, 1992, Miguel Ballesteros, como jefe de la nueva Unidad de Aviones Blanco, Juan Blanco y José María Márquez Minchón realizaron el entrenamiento de pilotaje del avión *Mirach-100/4*, con una duración de un mes, en las instalaciones de Meteor en Ronchi dei Legionari (Trieste, Italia). Al año siguiente se desarrollaría, esta vez en el Cedeá, un curso de conocimientos generales del citado avión, al que asistió parte del personal del centro, completado con un periodo de adiestramiento específico para el mantenimiento y reparación de los aviones blanco para ser usados en próximos vuelos, a los que asistieron los integrantes de cada uno de los grupos de trabajo específicos²⁶³.

Este mismo año se inició el estudio para la posible adquisición de otros tipos de aviones blanco y para proyectar el edificio preciso para disponer de las instalaciones necesarias para su adecuado mantenimiento. Es conveniente hacer notar que, al ser los aviones *Mirach* recuperados en el mar, precisan de un inmediato mantenimiento, nada más ser recogidos y trasladados a tierra, mediante lavado a presión con agua dulce y realizando la recuperación de todo el equipamiento electrónico para ser reutilizado al igual que la estructura y alas del aparato. Para su proyecto se establecieron diversos contactos, entre los que destaca la visita al campo de tiro de Namfi (Nato Missile Firing Installation), instalado por la OTAN, ya en los años 60, en la Isla de Creta (Grecia), con el fin de seleccionar el modelo de construcción a realizar para laboratorio, taller y almacén, más adecuado para nuestras necesidades, teniendo en cuenta, claro está, la más o menos próxima incorporación de otros modelos de aviones.

Pronto se decidió la adquisición de dos radares, ambos de la firma americana Tracor. Uno de ellos se adquiriría a la firma alemana Rheinmetall, que lo había venido utilizando para ensayos trayectográficos de proyectiles; se podría así tenerlo disponible en poco tiempo. El segundo, más potente en cuanto a sus posibilidades de seguimiento, se compraría al propio fabricante norteamericano.



262 El primer «piloto» fue Daniele Cumini y Donato Donato era el jefe del grupo de cuatro o cinco personas enviado por la firma Meteor.

263 A estos últimos asistieron Miguel Ballesteros, Jaime Sáenz, Pablo Martín Merino, Manuel Pérez Moreno, Antonio García Andreu, Cristóbal Mora, Juan Carlos Mora, Francisco Javier Vallín y algunos más de los que no tengo referencia exacta.

En el marco espacial, se llevaron a cabo, por personal del Cedeá, algunas colaboraciones enmarcadas en el Proyecto *Capricornio* en lo relativo a segmento de tierra, trayectografía, seguridad e infraestructura.

En febrero de 1993, tuvo lugar la aceptación previa, en la factoría de STN en Bremen (Alemania), de los dos primeros equipos optrónicos MSP-2000 (MSP es el acrónimo de Multi Sensor Platform) y del centro de control TRCC (Test Range Control Center) adquiridos por el INTA para el Cedeá. Cada uno de los sistemas MSP-2000 dispone de la propia plataforma en la que están instalado el optrónico en sí y los equipos en él integrados; y de una caravana con un centro de control para su manejo operativo, equipado además con los sistemas de visualización en tiempo real y de archivo de toda la información obtenida por los distintos sensores; es el llamado CRM (acrónimo de Control and Record Module). El TRCC no era sino el centro general de control de equipos de seguimiento y de operaciones.

A dicha aceptación, y al entrenamiento previo, asistieron ya las dos personas que, incorporadas el año anterior, serían sucesivamente los jefes de la Unidad de Optrónicos, Juan Blanco y Félix Moya²⁶⁴. En abril llegaron los nuevos sistemas de seguimiento al campo, y en mayo se procedió a efectuar una campaña de calibración para, inmediatamente, ser usados en las siguientes campañas del Programa *Medea*, realizadas ya con todo el equipamiento propio. De esta forma, las tres primeras campañas habían sido las únicas realizadas con el equipamiento cedido por el Ministerio de Defensa alemán; la cuarta era así ya realizada con los sistemas propios de El Arenosillo.

Se había preparado ya una plataforma para toma de tierra de helicópteros e iniciado la construcción de algunos edificios: una nave almacén para uso general, y un edificio para seguimiento y control de los aviones blancos, en la zona próxima a su plataforma de despegue. Ese año se incorporaron Manuel Iribar, que se haría cargo de seguridad y servicios, y Álvaro Gómez Villegas, este proveniente del INTA en Torrejón, que quedó adscrito a la Unidad de Aviones Blanco²⁶⁵.

En octubre, y en el marco del ya comentado Programa *Etedea*, se llevaban a cabo las primeras operaciones de tiro de misiles *Hawk*, *Aspide* y *Roland*, desde el campo de tiro del Médano del Loro, sobre los ya indicados aviones blanco *Mirach* lanzados desde El Cedeá, efectuándose el seguimiento trayectográfico de ambos móviles mediante los nuevos equipos optrónicos y los antiguos radares existentes en el Cedeá. En meses anteriores, se habían realizado ya los lanzamientos previos del *Mistral* sobre aviones teledirigidos del tipo ATD-II. Este tipo de avión, acondicionado para ser utilizado como blanco aéreo de bajo coste, era utilizado por el Ejército belga en Namfi para sus entrenamientos con el misil *Mistral*; el INTA no lo adquirió, limitándose, por muy poco tiempo, a contratar el servicio, mientras se incorporaban al Cedeá otros aviones blanco más adecuados.

El Programa EEAA y el último cohete de sondeo

Los cohetes de sondeo, portando experiencias científicas, volverían a El Arenosillo en 1993. Desde que en 1981 había tenido lugar el lanzamiento del *Petrel* con la primera carga útil del Programa de Luminiscencia Nocturna, preparada por el IAA, portando fotómetros embarcados, continuó, como ya hemos indicado, la colaboración entre el citado IAA y el INTA, en el marco del Programa EEAA, cuyas vicisitudes hemos también comentado en su momento.

Fruto de la misma sería la utilización de dos cohetes INTA-300 B, para la continuación de las experiencias mediante fotometría para el estudio de los componentes atmosféricos, según se planificaba en el Programa EEAA. Financiado por el CSIC, y también en colaboración con la QUB, tenía como experimentadores principales a José Juan López Moreno, del IAA, y a Raymond Greer, de la QUB. Personal del antiguo Departamento de Sistemas de Armas y Equipos del INTA²⁶⁶ se encargaría de la preparación del cohete, del apoyo en el diseño electrónico y mecánico de la carga útil y de la coordinación con dichos centros, el CedeA y otros grupos de trabajo del INTA.

El INTA-300B, desarrollado por el citado Departamento, era una variante del ya conocido INTA-300. Su propulsión era la misma: el *Aneto* como primera etapa y el *Teide* como segunda, con 4,8 y 20,8 s respectivamente de tiempos de combustión. A diferencia del INTA-300, no llevaba motores de giro en las aletas de la primera etapa; por ello fue preciso considerar una mayor zona de dispersión.

Las experiencias científicas habían sido, en su momento, realizadas para ser utilizadas a bordo de cohetes *Nike*; eran, por tanto, de una sección menor que la del INTA-300 original, por lo que se desarrolló una nueva proa. De esta forma, el alojamiento de la carga útil, de un diámetro de 17 cm en comparación con los 26 cm de los motores, se unía a la segunda etapa mediante una parte troncocónica. Por otro lado, se hizo conveniente disminuir el apogeo a conseguir; para ello, se lastró en la propia zona de la carga útil y en la unión troncocónica, con la masa conveniente y en la forma adecuada para asegurar el margen estático del vehículo en vuelo.

Pero lo más novedoso era la utilización de un sistema de eyección de la cubierta de la carga útil, para dejar al descubierto los fotómetros a la altura

264 El primero fue jefe de esa Unidad, desde 1992 hasta 1999, momento en que pasó destinado a un organismo internacional; el segundo continúa como tal en la actualidad. En el entrenamiento, que duró treinta y cinco días, les acompañaron Rafael Garrido, Laureano Llani, Ana de Pedro, Pablo Martín y José Padilla. Pedro Cabezas, Mariano Vázquez, Ángel Fernández Abad y Francisco Caballero asistieron a la fase de aceptación previa.

265 De la que posteriormente será jefe hasta 2005, año en el que pasa a otras funciones directivas en el CedeA.

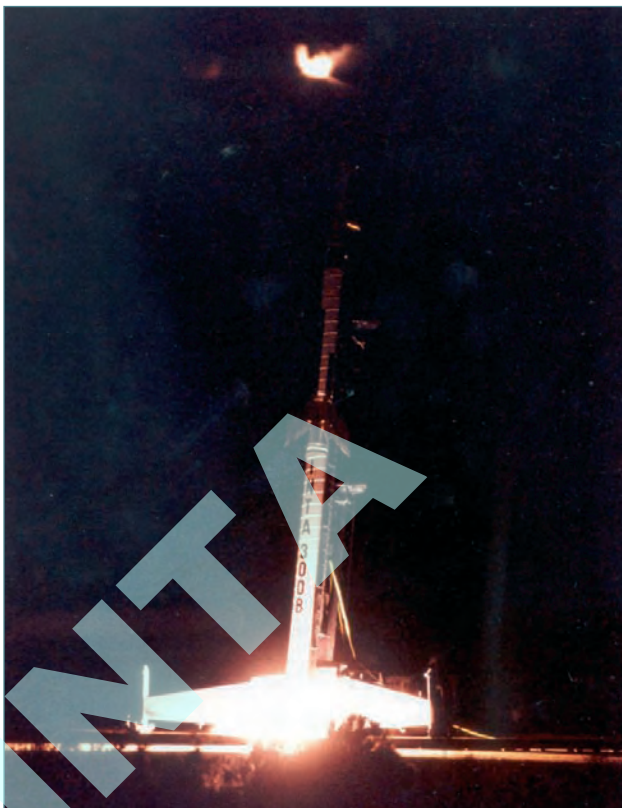
266 Julián Simón por un lado, y personal integrado en el Área de Motores Cohete, Misiles y Sistemas de Armas, de la División de Motores y Energía, por otro. Este equipo de personas volvería a reunirse al ser nombrado Julián Simón jefe de esa División en julio de 1993.

deseada. Este sistema, pirotécnico y mecánico, había sido diseñado por el Área de Motores Cohete, Misiles y Sistemas de Armas, basándose en los utilizados para el *Fulmar* por BAJ, siendo además fabricado en los Talleres Generales del Instituto. Con estas variaciones, el INTA-300B, con una longitud total de 7,8 m, tenía una masa a la ignición de 576 kg. Tras la eyección de la ojiva a los 70 km y 59 s de vuelo, se alcanzaría el apogeo a los 158 km y 195 s del lanzamiento.

Al tratarse de una nueva configuración del cohete se decidió compartir la carga útil en ambos vuelos; en cada uno de los vuelos, una pequeña experiencia tecnológica compartiría el volumen con la científica. Esa carga permitiría, en ambos vuelos, verificar características del vehículo, determinando aceleraciones longitudinal y transversales, giro mediante la medición del campo magnético y temperaturas en la ojiva.

La finalidad de las dos experiencias científicas era el estudio de las emisiones del OH y del oxígeno en la alta atmósfera terrestre (60 a 110 km), continuando así el estudio de la composición, la dinámica y la fotoquímica de esa región atmosférica, iniciado ya por el IAA con cohetes en 1981. Las dos cargas útiles, ambas con la misma estructura, estaban destinadas una al estudio del OH y otra al del oxígeno. Los datos obtenidos, transmitidos por telemetría, se recibirían en banda S —las frecuencias exactas usadas en el primer y segundo vuelo fueron 2251,5 y 2269,5 respectivamente—, siendo efectuado el almacenamiento y presentación de los mismos por un registrador Racal.

El objetivo concreto del primer lanzamiento, que tuvo lugar en la madrugada del 21 de octubre de 1993, era el mejor conocimiento de las emisiones del OH. Su carga útil científica consistía en seis fotómetros en distintas longitudes de onda, desde el ultravioleta hasta el infrarrojo: la de 558 nm para la observación de la raya verde del oxígeno atómico, las de 6240 y 7240 nm y la centrada en 16 800 nm para el sistema de *Meinel* del OH, y las de 5750 y 6700 nm para el estudio del continuo atmosférico. Llevaba además, como



Lanzamiento
del INTA-300B²⁶⁷.
21 de octubre de 1993. ■



sistemas de apoyo técnico a la experiencia, un magnetómetro de tres ejes, para determinar el apuntamiento, y tres acelerómetros.

Al lanzamiento, al que se dio una especial relevancia, asistieron las principales autoridades del INTA²⁶⁸ y multitud de periodistas e invitados, lo que hizo que hubiera momentos delicados para los servicios de seguridad del centro. Como participantes en la experiencia acudieron los científicos y técnicos del IAA y de la QUB, y el personal del equipo de proyecto del cohete²⁶⁹. El Centro de Experimentación de Aeronaves (CEA) del propio INTA también colaboraría con la aportación de equipos para mejorar la telemetría propia del CedeA, realizándose el seguimiento con la antena Scientific Atlanta.

Dos incidentes pueden comentarse en su vuelo. El primero sin importancia alguna, pero relevante para la prensa, que comentaría «el fallo de un radar de la Guerra de Corea», como titulaba algún diario, en clara alusión a los antiguos radares MPS-19. Como muy bien dijo el subdirector técnico del INTA, Álvaro Giménez Cañete, en la rueda de prensa posterior, hubiera sido impensable que siendo un experimento con el que, además de ensayarse el propio cohete, se realizaba una experiencia científica de gran interés, se dependiera exclusivamente de un radar, fuese viejo o nuevo. El seguimiento trajectográfico se hizo, de forma redundante con uno de los vetustos radares, pero también con los dos equipos optrónicos incorporados hacía unos meses. Con los datos aportados por estos últimos pudo determinarse, medianamente la reconstrucción de la trayectoria parabólica, que había alcanzado unos 155 km de apogeo.

El otro incidente podría haber sido más importante. La apertura de la ojiva, que debía haberse realizado a los 70 km de altura y 60 segundos de vuelo, no se produjo hasta las proximidades del apogeo, por lo que no se recibieron datos científicos de la rama ascendente del vuelo; aunque sí que se registraron con toda claridad los de la descendente. Esto era más que suficiente para los científicos, a quienes hizo muy felices disponer de información de todas las alturas deseadas, al obtenerse desde 154 km hasta las proximidades del impacto en el mar.

267 De izquierda a derecha: José María Jerónimo, Luis Rodríguez, Raymond Greer, Francisco Tapia, Gonzalo Mosquera, Javier Mosquera, Eugenio Vidal, Elisa Sugrániz, Carlos Egea, María José López González, Ignacio Olivares Martín, Víctor J.G. Brown y Matías Fernández.

268 Destacaremos la asistencia del secretario de estado de Defensa y presidente del INTA, Antonio Flos, del director general del INTA, Enrique Trillas, del subdirector de Programas y Sistemas Aeronáuticos, Ricardo Dorado, y del de la Subdirección Técnica, Álvaro Giménez Cañete.

269 Por parte del IAA participaron activamente, además de López Moreno, Sebastián Vidal, Luis Costillo, Antonio López y José María Jerónimo. Por la QUB, el propio Raymond Greer y Víctor John Gordon Brown. Por el equipo de proyecto del cohete, y ante la dificultad para citar a todos, destacaremos a los ya antiguos en estos avatares: Julián Simón, jefe del Proyecto, y Luis Rodríguez, asistiendo también Gonzalo Mosquera, Carlos Egea, Eugenio Vidal y otros que habían intervenido en la última época del INTA-100, además de nuevas incorporaciones como Elisa Sugrániz, Fulgencio Gómez y Francisco Tapia. Juan Sánchez y Jesús Vera se encargaron de los equipos de vídeo y fotografía.

En resumen, el vuelo pudo considerarse correcto, si bien se produjo un fallo en la eyección de la carga útil. Por ello se decidió estudiar y valorar el mismo, y retrasar el lanzamiento de la otra unidad, que ya estaba lista para ello, hasta que se revisara el diseño y se resolviera el problema.

Hecho esto, se programó el lanzamiento del segundo cohete para la madrugada del 16 de abril de 1994. Su objetivo concreto era el estudio de las emisiones del oxígeno, y su carga útil científica consistía, de forma semejante a la del anterior, en seis fotómetros en distintas longitudes de onda, desde el ultravioleta hasta el infrarrojo: uno medía en la de 558 nm para el conocimiento de la raya verde del oxígeno atómico; otros dos lo hacían en 2750 y 3300 nm para el sistema de *Herzberg I* del oxígeno; el cuarto, en 7619 nm para el sistema atmosférico del oxígeno; el quinto, en 5400 nm para el análisis del continuo atmosférico; y el último, en 12 700 nm para el sistema infrarrojo del oxígeno.

El vuelo fue esta vez totalmente correcto, la eyección de la cubierta de la carga útil se realizó en el momento previsto y el apogeo fue de 156,3 km, algo superior al del primero y, por tanto, similar también al teórico previsto.

Su seguimiento trayectográfico fue redundante al efectuarse, de forma simultánea, con tres radares y dos equipos optrónicos. Un radar era el primero de los de nueva adquisición, el RIR 778-X, recibido ese mismo año, los otros dos fueron los usados en El Arenosillo desde sus primeros tiempos; eran los conocidos como «los coreanos», dada su procedencia que ya comentamos hace muchas páginas, y que se utilizaron para que de esta forma completaran su vida con un último seguimiento de un cohete de sondeo, tras 27 años de servicio en El Arenosillo y más de 45 desde su fabricación, aunque se mantendrían aún un año más para entrenamiento de personal, mediante seguimiento de aviones, mientras llegaban el resto de los nuevos radares. Los optrónicos eran los ya utilizados en el primer cohete de este tipo el año anterior. El seguimiento por telemedida también fue duplicado, siendo la estación móvil del CEA²⁷⁰ empleada como primaria y utilizándose como secundaria la propia de El Arenosillo.

Otra importancia especial tuvo este lanzamiento. Creo que todos los que habíamos participado en proyectos de cohetes de sondeo estábamos ya convencidos y, por ello, algo tristes, de lo que ya habíamos presentado en 1990 al finalizar la campaña Dyana. Este sería el último vuelo de un cohete de sondeo en El Arenosillo; el campo ya se estaba dirigiendo, de lo cual había que alegrarse, hacia nuevos rumbos que permitirían su continuación.

La hora de hacer balance de lo realizado

Llegados a este punto, parece el momento adecuado para hacer un balance de los lanzamientos de cohetes y seguimientos habidos hasta ese momen-

to, en el que el cambio era ya un hecho, y ningún otro cohete de sondeo meteorológico o científico sería operado en el campo.

A los 558 cohetes de sondeo operados en El Arenosillo, cuyos datos pueden verse en las tablas 1, 2 y 3, y de los cuales ha sido comentada su relación con los diferentes programas y los objetivos y peculiaridades de sus lanzamientos, hay que añadir una cifra de alrededor de otros 600 cohetes puestos en vuelo, por diferentes motivos en El Arenosillo. Del más típico y habitual de los cohetes de prueba, el FFAR, se han lanzado alrededor de trescientos, y otro medio centenar del DT-18 fue volado, con el mismo fin, en las campañas efectuadas por el Dfvlr hacia los años 70. Dos tipos de cohetes aire-tierra, de diseño INTA, han sido utilizados, lanzándolos desde tierra, en El Arenosillo: del S-11 se lanzaron alrededor de 150 unidades, ya que al más de medio centenar utilizado para ensayos del propio cohete, hay que añadir las unidades empleadas como cohete de prueba en sustitución del FFAR habitualmente usado; del S-12 se han volado, para experimentación del propio cohete, cerca de un centenar, entre los que recordaremos que dos o tres lo fueron portando un transmisor de telemedida.

El número de globos a los que se ha dado suelta y se ha seguido desde El Arenosillo ha sido también numeroso, estimándose en una cifra superior a los dos mil. Una cantidad superior a mil seiscientos lo ha sido para determinación de vientos, bien para «correcciones por viento balístico» en los lanzamientos de cohetes, bien para el estudio de los estratosféricos para determinación de las condiciones de vuelo y arrastre en el descenso de los globos transmediterráneos, o bien para apoyo a operaciones de cualquier tipo solicitadas por unidades militares u otros organismos. A estos habría que añadir una cantidad, sin duda, superior a los doscientos radiosondeos y otra de ozonosondeos ligeramente inferior a ese número, realizados fundamentalmente como aportaciones a los programas de estudios atmosféricos y de determinación de ozono integrados en los cometidos de la Conie o del propio INTA.

A todo ello habría que añadir más de medio centenar de operaciones con los ya mencionados globos transmediterráneos, cuyos vuelos están relacionados en la tabla número 4, y los estudios con globos cautivos también llevados a cabo en el campo. Es de destacar además el seguimiento del satélite Intasat y el de los satélites europeos ERS-1 y ERS-2. En la parte de apoyo a las unidades militares, y antes de iniciarse en 1992 los nuevos programas, ya se habían llevado a cabo unos cincuenta seguimientos de misiles *Hawk*, para entrenamientos programados por el Ejército de Tierra, y una cifra algo

270 Rafael González Armengod era el responsable de esa estación. Equipos materiales y humanos del mismo grupo habían apoyado anteriormente en el lanzamiento del primer INTA-300B y en alguna campaña de globos transmediterráneos.

superior de misiles operados, con similares fines, desde corbetas y fragatas de la Armada, completándose con ejercicios de lanzamiento y ejercicios aéreos realizados por aviones del Ejército del Aire.

El nuevo equipamiento y los programas de misiles

Hubo otras actividades importantes entre ambos lanzamientos (octubre del 93 a abril del 94). En noviembre se realizó, tras un curso de adiestramiento, en el campo de tiro de la firma alemana Rheinmetall, la aceptación previa del radar Vitro RIR 778-X a ella adquirido²⁷¹. La recepción definitiva tuvo lugar, ya en el Cedeja, en enero de 1994, justo con el tiempo preciso para seguir el último cohete científico cuyo lanzamiento acabamos de comentar. Dado que era móvil, se mantuvo como tal durante los primeros años e, incluso, en 1995, se trasladaría a la Base Aérea de León para apoyar a la campaña de globos estratosféricos allí llevada a cabo, fruto de una colaboración entre el INTA y el CNES. Posteriormente sería instalado en el nuevo edificio de radares, ya hacia 1999.

En 1994 se produjo una nueva reorganización en el INTA que, si bien no afectaría al Cedeja en sí, separaba la Jefatura de Programas para Campos de Tiro de la del Programa de Potenciación, encuadrándose cada una en una subdirección diferente²⁷². Ello no sería óbice para que todo siguiera funcionando con la adecuada permeabilidad entre ambas, con el fin de cubrir los objetivos deseados: conseguir la mayor cantidad de programas a realizar en el Cedeja y adecuar las inversiones de potenciación a las necesidades para su ejecución. Fue en ese tiempo cuando se empezarían a proyectar y llevar a cabo las obras que ya se habían hecho imprescindibles para alojar adecuadamente a personal y equipos de las diversas unidades, contando para ello con la dedicación de Fernando Antón y Santiago Rodríguez²⁷³.

En octubre, en colaboración con la Agencia Espacial italiana (ASI) y la Universidad de Huelva, tuvieron lugar en El Arenosillo, las «I Jornadas sobre Globos Estratosféricos para la Investigación Científica y Tecnológica», con el fin de acercar la posibilidad de usar dichos vuelos a la comunidad científica internacional, en general, y a la universitaria española, en particular²⁷⁴. Pero los globos estratosféricos ya se movían por otros derroteros, buscándose aún mayores tiempos de vuelo; de hecho, ya anteriormente se habían realizado vuelos con mayores duraciones en Estados Unidos, Brasil y Australia, entre otros lugares, así como algunos vuelos transatlánticos como hemos comentado. En ese momento se estudiaban nuevos tipos de globos y de instrumentación, ejecutándose ya recorridos circumpolares que, en los últimos años, han llegado a alcanzar más de cuarenta días de duración. Pese a ello, continuaría el Programa de Globos Transmediterráneos hasta 2002, aunque ya en colaboración entre el INTA y la ASI únicamente.

A finales de año se llevaron a cabo las aceptaciones previas del nuevo radar RIR 779-C en la factoría de Tracor, en Fort Walton Beach (Florida), y la

de un equipo optrónico del tipo MSP-2000 equipado con telemetría (denominado a veces MSP-2000-TM), en la de STN, en Bremen (Alemania).

Para el radar se realizó previamente un curso de formación en la propia factoría al que asistió el equipo de radares del Cedeá²⁷⁵. La recepción definitiva tendría lugar ya en julio de 1995 en El Arenosillo, y pronto se iniciaría la construcción de una torre para su instalación con un pequeño taller anexo, en la antigua plataforma del Radint.

Un tercer equipo optrónico MSP-2000 había llegado al Cedeá a finales de 1993 y, a principios de 1994, se recibía el mencionado MSP-2000-TM, que aglutinaba medios optrónicos y telemétricos, mejorando así las posibilidades de nuevos tipos de seguimiento. El almacenamiento y mantenimiento de estos equipos se estaba haciendo, con cierta precariedad, en una nave almacén, pero ya se había comenzado a trabajar en el proyecto de un edificio, que permitiría hacerlo de forma óptima, y que entró en servicio en 1997, con lo que desde esta fecha, ha podido realizarse en este edificio, incluyendo las revisiones periódicas de todos sus subconjuntos mecánicos y neumáticos, por el propio personal de la unidad.

Durante 1995 se terminó una construcción para cubrir todas las necesidades de la unidad de aviones blanco, a la vez que permitiría ampliar las posibilidades a la incorporación de nuevos modelos de aparatos. En cuanto a la colaboración con otras actividades del INTA, hay que destacar que se completó la preparación de la rampa de lanzamiento y la de un carrillo de transporte para su uso en el Programa *Capricornio*, realizándose mediante la adaptación de un lanzador de misiles *Nike-Hercules* cedido por el Ejército de Tierra, que fue instalado en la zona de rampas del Cedeá.

También se dio apoyo a las actividades propias de diseño de los aviones sin piloto SIVA, ALO y ALBA²⁷⁶, especialmente en los aspectos relativos a lanzadores para los mismos, que se materializarían posteriormente en la

271 Al curso de entrenamiento asistieron Ángel Fernández Abad, Rafael Garrido, Francisco Ramos, Manuel Vázquez y Alfonso Ramos, integrándose la última semana Mariano Vázquez para dirigir la aceptación previa. Este radar sigue conociéndose en el Cedeá como *Vitro* porque había sido construido por Vitroservices, nombre anterior de la firma Tracor, fabricante también de los dos posteriormente adquiridos.

272 La primera, que seguiría bajo la dirección de Pedro Cabezas, pasó a la de Programas y Sistemas Aeronáuticos; la de Potenciación, que permanecía incluida dentro del Área de Coordinación y Potenciación, y el propio Cedeá continuarían en la Subdirección Técnica, con Mariano Vázquez como jefe del programa, y Juan José Martín Francia como director del Centro. Jesús Jadraque se incorporaría a Potenciación.

273 Arquitecto, el primero, y con su puesto de trabajo en Torrejón; arquitecto técnico, el segundo, y destinado en el propio Cedeá.

274 Los diferentes trabajos presentados fueron publicados en: Varios Autores: *1st Symposium on Stratospheric Ballons*; Torrejón de Ardoz: INTA, 1994 [Simposio celebrado en Huelva, 6-7 octubre 1994].

275 Integrado por Ángel Fernández Abad, Rafael Garrido, Francisco Ramos, Manuel Vázquez, Arturo Díaz (fallecido mientras escribo estas líneas), Alfonso Ramos, Juan Guil y José Padilla. Al final del curso, con la asistencia de Mariano Vázquez, se realizó la aceptación previa. Este radar siempre se ha conocido como *Tracor*.

276 El ALBA, avión desarrollado por el INTA, se fabricará y comercializará posteriormente por la firma española Sistemas de Control Remoto (SCR).

realización en el Cedeja de dos vuelos del avión SIVA, y del primer vuelo del avión blanco ALBA, que se convertiría pronto en el tercero operativo en el Cedeja, sobre el que se lanzó un misil *Mistral*.

En lo referente a los ensayos con misiles, y aparte de la continuación de los ya iniciados en años anteriores, se llevaron a cabo por el Claex ejercicios de tiro de misiles *Sparrow* desde F-18, sobre aviones blanco *Mirach-100*, y tuvo lugar el primer disparo de un misil *Mistral* por el Tercio de Armada de la Infantería de Marina, sobre un BAT (blanco aéreo táctico propulsado por cohete). El avión blanco de nueva incorporación *Banshee* era adoptado para los ensayos con el misil *Aspide*, y pasaría pronto a ir sustituyendo al *Mirach* en esta y otras utilidades, sobre todo dentro del Programa *Etedea*. También se inician, por entonces, los vuelos de *Mirach* portando blancos remolcados secundarios, los llamados «tow».

En 1996 se recibió un nuevo equipo optrónico fabricado por STN; se trataba del MSP-4000, plataforma embarcable que se estabiliza automáticamente a pesar del movimiento del buque, adquirida con esas características para dar comienzo a los nuevos programas de evaluaciones de ejercicios operativos con misiles operativos a bordo de navíos.

Por esta época se finalizaba la construcción del nuevo edificio de Dirección, en el que además se ubicarían otras jefaturas y los servicios de secretaría y administración, y se montaría una sala para conferencias, preparada para recibir los datos en tiempo real desde algunos equipos de seguimiento. Por entonces se incorporaron los hermanos Vicente y Antonio López Morell.

Ese año se recibió un tercer radar, que el INTA había adquirido para el Proyecto *Capricornio*, con la intención de situarlo en el futuro campo de lanzamiento de la isla de Hierro; se trataba del RIR 778-C, fabricado también por la firma Tracor²⁷⁷. Se llevó a El Arenosillo y se colocó provisionalmente en la zona del Radint, a los efectos de realizar allí su recepción y entrenamiento y facilitar el mantenimiento del mismo, e incluso su utilización alternándolo con el otro allí ubicado; esta instalación se demoró unos meses ya que al efectuarse, por el personal de la firma fabricante, el montaje, se produjo un accidente averiándose la antena, al producirse un golpe en la misma, lo que hizo preciso enviar otra nueva desde EEUU²⁷⁸.

Este radar incorporaba un sistema de telemando (para ser utilizado como «comando de destrucción») de potencia suficiente para poder enviar órdenes a un cohete inyector de satélites, por lo que se componía de dos sistemas redundantes de 1000 W de potencia y operativos en la banda de los 400 MHz. Este sistema llegó a El Arenosillo un año después, fecha en la que ya Antonio López Morell era el encargado de ese radar. Al suspenderse los programas para los que el radar y el telemando se habían adquirido, fueron estos sistemas asignados al Cedeja, y dada la no conveniencia de usarlo en el interior del mismo, ya que produciría condensación del espacio radioeléctrico, se-





Exposición Filatélica
«Espamer, Aviación y
Espacio '96», Sevilla, 4-12
de mayo de 1996²⁷⁹. ■

ría instalado, en 2001, en el campamento militar de *El Picacho*, situado a unos doce kilómetros, desde donde el radar facilita las labores de triangulación para determinación de posicionamiento de equipos aéreos; por otra parte, la capacidad del telemando ha sido utilizada, con mucha menor potencia de la que inicialmente poseía, para la destrucción de misiles Amraam en los ejercicios de tiro desde avión.

Continuando con los radares, diremos que en 1999 se finalizó la construcción de un nuevo edificio para atender a todas las necesidades de ese grupo, incluyendo un taller pa-

ra mantenimiento de subsistemas y una torre sobre la que se instalaría el primero de los radares llegado al Cedeja, ya convertido en fijo, el RIR 778-X, *Vitro*.

Pero volviendo a 1996; ese año se empezó a utilizar un nuevo centro de control fijo, que ocupa la planta superior del llamado edificio de telemedida, que en los años 70 y 80 se repartían el despacho del director, que durante las operaciones se convertía en centro de control, y la sala en que se integraban las funciones de seguridad en vuelo y meteorología. Se trata de una moderna instalación *ad hoc*, equipada con consolas y pantallas de presentación adecuada y con un amplio sistema de comunicaciones internas para la transmisión no solo de voz, sino también de datos e imágenes, completándose con los enlaces externos precisos para controlar las operaciones llevadas a cabo por los distintos grupos técnicos y científicos.

Ese año se inician los programas con los misiles RAM, operados por la Marina alemana desde diferentes tipos de navíos, utilizando la mencionada plataforma optrónica MSP-4000, en los que se simula la defensa contra un ataque de un misil rozaolas; por ello, el avión blanco utilizado debe volar a una altura de cinco metros sobre el nivel del mar. Además de lo anterior y de

277 Conocido siempre en el Cedeja como el *indio* por haber sido encargado al fabricante, y finalmente no adquirido, por el Gobierno de la India.

278 Un entrenamiento previo se había realizado en las instalaciones del fabricante, al que asistieron Rafael Garrido, Francisco Ramos y Manuel Vázquez, del grupo de radares del Cedeja, así como Javier Mosquera, Luis Rodríguez Martín y Fulgencio Gómez por parte del equipo del proyecto *Capricornio*.

279 Emisión conmemorativa en la que, en la hoja bloque, aparecen, además de la *Base de Lanzamiento de «El Arenosillo»* (Huelva), el *Mapa de la Línea Postal Sevilla-Larache en 1921*, la *Carta aérea con matasellos del dirigible Graf Zeppelin 1930* y el *Avión Hispano Saeta HA 200*.



la continuación de los otros programas indicados se da comienzo a los denominados «vuelos duales», utilizando los *Mirach* y *Banshee* de forma simultánea, para poder realizar ejercicios combinados con diferentes misiles²⁸⁰.

En 1997 se da principio a los vuelos experimentales del misil RAM instalado sobre avión *Phantom*, usando un avión blanco *Mirach* para efectuar así la simulación de una prueba real de misil contra misil antibuque. También se realizan ejercicios por el Claex con misiles y bombas lanzados contra un blanco marítimo estático, utilizando sistemas de apuntamiento por láser.

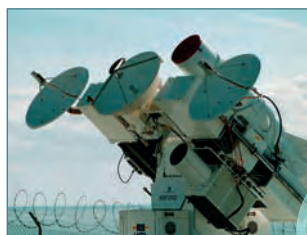
En marzo de 1998, ante una nueva reorganización del INTA, tanto el Cede, como las Jefaturas de Programas en Campos de Tiro y de Potenciación del Cede, pasaron, como unidades independientes, a integrarse en la nueva Subdirección de Experimentación y Certificación. En mayo de ese año, se realizó un ensayo del demostrador *Argo*, correspondiente al Proyecto *Capricornio*, para llevar a cabo un estudio de cargas, en los procesos de transferencia del carril de transporte al lanzador instalado en el Cede y de elevación del mismo.

Ese año se lleva a cabo también la calificación del avión *Banshee* para, como hemos comentado previamente, realizar con él las últimas campañas de evaluación del misil *Stinger*.

En 1999 tuvo lugar el denominado Programa *Saeta* solicitado por el Ejército de Tierra. Consistía en la incorporación al avión blanco ALBA de un sistema GPS y un MDI para poder ser utilizado como blanco para tiro con ca-



Radar 779-C Tracor (consola de control y antena). Demostrador *Argo* (1998)²⁸¹. ■



Equipos optrónicos con telemedida y recepción de video.
Misil *Hawk* en vuelo, tomado por un equipo optrónico. ■

ñón antiaéreo; además se realiza la adaptación del *shelter* NATO II, montado sobre camión para transportar en él hasta ocho aparatos, con lanzador y equipamiento para el seguimiento y control de los vuelos, impartándose el curso correspondiente al personal militar, que habría de encargarse de su manejo²⁸². En los siguientes años se continuaría suministrando aviones al Ejército de Tierra, apoyándose así la creación de la Unidad de Blancos del Cgmaaa.

Un nuevo edificio para la Estación de Sondeos Atmosféricos fue inaugurado en octubre de 2000. En 2001 se incorporó Antonio Luna, quien se haría cargo de la seguridad del centro y de los servicios generales²⁸³, para los que se finalizó en esa época una construcción en la que se instalaron los servicios sanitarios y los talleres eléctrico, mecánico y de vehículos y maquinaria diversa.

El 7 de noviembre de ese año vuela el primer *Scrab I*, con lo que ya son cuatro los modelos de aviones blanco operativos. Se ha finalizado el Programa *Medea*, pero otros seguirían vigentes y se iniciaron los ensayos de misiles *Sparrow* (tipo NSS) con la Royal Netherlands Navy.

Se establecieron contactos para la integración de nuevos radares en dos de los equipos MSP-2000, con los que mejorar sus características; el equipo seleccionado fue el RR-2100, fabricado por la firma danesa Weibel, reali-

280 Un ejercicio de este tipo fue presenciado en el mes de octubre por S. M. el Rey.

281 A la izquierda, Ángel Martínez (de espaldas) y Arturo Varela; Jaime Sáenz, en la parte trasera.

282 Juan Manuel Fernández Albarracín y Álvaro Gómez Villegas se repartieron las labores directivas del programa por parte del INTA.

283 Oficial del Ejército del Aire que en 2003 se haría cargo también de la seguridad en vuelo de todo tipo de operaciones.

zándose su recepción ya en mayo de 2002. Se trataba de sistema de efecto *Doppler* en sentido puro, del tipo MFCW (Multi Frequency Continuous Wave); posteriormente fueron mejorados para permitir la capacidad de «seguimiento» sobre objetos estáticos (el llamado *zero Doppler*), al incorporarlos el sistema FMCW (Frequency Modulation Continuous Wave) ya en 2006.

Retrocedamos en el tiempo una vez más. En 2003 se produjo un relevo en la dirección de El Arenosillo, al pasar Juan José Martín Francia a la situación de retiro; le sustituyó el también coronel de Aviación José Rivas, que permanecería en el puesto hasta enero de 2008.

Con la finalización en 2004 del nuevo edificio de control de entrada, se dan por terminadas las obras de infraestructura previstas en el Programa de Potenciación.

Ese año se incrementaba el uso del Cedeá por el Ejército del Aire, con diversos tipos de operaciones, que continuarán hasta el presente, con la participación del Claex con ejercicios de misiles *Sidewinder*, *Sparrow*, *Amraam*, *Taurus* e IRIS-T²⁸⁴ usando aviones blanco *Banshee*, además de bombas contra blanco marítimo. También la Escuadrilla EADA, del Ejército del Aire, con misiles *Aspide* ha realizado algunos lanzamientos sobre el mismo avión blanco. Este mismo año se apoyó a la Armada en el vuelo de aviones Scrab I desde barco, continuándose y potenciando también el apoyo a los ensayos de misiles que realizaba sobre diferentes versiones del BAT.

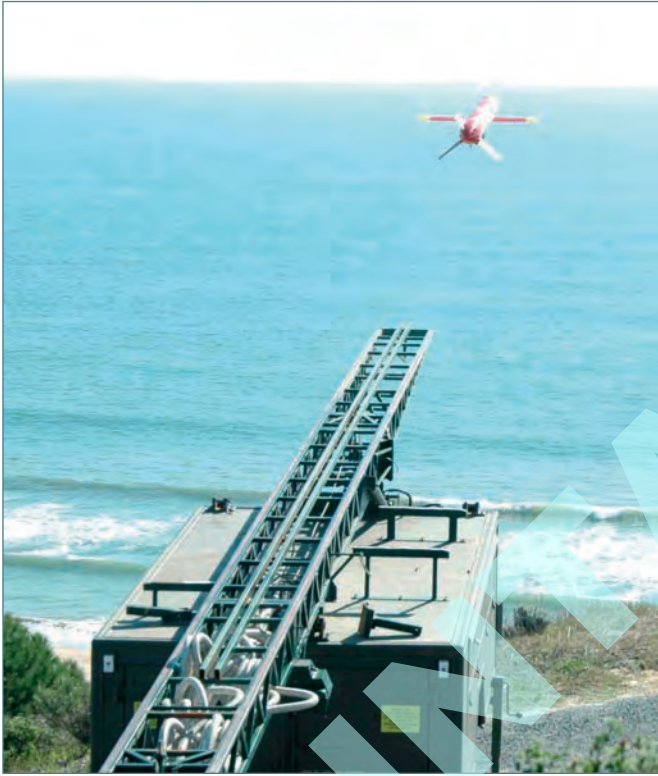
En 2005 se procedió a la instalación de cámaras ópticas y otras mejoras en los radares RIR. El 27 de mayo vuela el primer Scrab II, siendo ya cinco los tipos de aviones blanco operativos, en los que al paso de los años se han ido produciendo modificaciones y mejoras. Un hecho muy significativo tiene lugar en 2005: la retirada de los lanzadores de cohetes de sondeo de la siempre denominada «zona de rampas»; tan solo queda un lanzador *Nike*, como muestra de lo que se hizo en la primera parte de la vida de El Arenosillo²⁸⁵.

Este año se llevaron a cabo los ejercicios para la evaluación de la dirección de tiro *Dorna*, de Indra, para la Armada española. Se continuó con los ejercicios para los lanzamientos de misiles *Sparrow* por las fragatas de la Marina holandesa, que se habían realizado ya en 2000 y 2001, así como de los RAM por parte de la alemana, cuyas operaciones con diferentes versiones continúan llevándose a cabo cuando escribimos estas líneas.

Pero ya el Cedeá en todos estos años se ha creado una forma de «hacer las cosas», estableciendo nuevos procedimientos para ensayos de misiles, variando las posibilidades de realización de los ejercicios y con una amplia flexibilidad para la utilización de aviones blanco y de sistemas de seguimiento y control de las operaciones.

En los últimos años se han desarrollado en el Cedeá diseños de cargas útiles específicas para los diferentes modelos de aviones blanco en servicio, con el fin de poder mejorar la simulación de vuelo de blancos reales con el me-





Proyecto *Diana*.
Vuelo tomado por un
optrónico.
Equipo optrónico MSP-
2000 con el nuevo radar
*doppler*²⁸⁶.
Puesta en vuelo. ■

rigido a conseguir un avión blanco de altas prestaciones. Se pretende que en un futuro este avión disponga de una gran versatilidad en cuanto a sus posibilidades de configuraciones de vuelo, que puedan ir desde una operatividad básica y económica hasta otra de grandes actuaciones y con la aproximación deseada a un blanco real.

Por ello, desde que se ha iniciado la fase de diseño, se está aprovechando la experiencia del personal de la Unidad de Aviones Blanco del Cedeá, tanto para el propio avión como para sus equipos terrestres, centrándose sobre todo en cargas útiles, sistema de recuperación, estación de control, procedimiento de lanzamiento (mediante catapulta neumática), estudios operativos y ensayos en vuelo²⁸⁸.

En el momento en que escribo estas líneas (marzo de 2009) se han fabricado ya cinco maquetas de una versión a escala reducida 3:5, de las cua-

nor coste económico, empleando, en cada caso, los equipos más adecuados para cada ocasión: sistemas remolcados, dispensadores de IR, elementos activos o pasivos para incrementar el RCS y otros, siempre en función de las características del arma, de la distancia de disparo y del resto de condicionantes y forma de hacer el ejercicio. Igualmente se han estudiado y diseñado nuevos circuitos de ensayos de lanzamiento de misiles superficie-aire y aire-aire.

En 2006 y por el Departamento de Programas Aeronáuticos del INTA se inició un nuevo programa para el estudio y fabricación de aviones no tripulados²⁸⁷ que posteriormente pasó a denominarse *Diana*, y está di-

284 En la campaña de septiembre de 2006 se lanzaron veintinueve misiles de diversos tipos sobre diecisiete blancos.

285 Somos muchos los que deseamos que este último nunca sea retirado, y si fuese preciso hacerlo sea colocado en algún lugar de honor en el Cedeá como único recuerdo ya existente de sus primeros tiempos.

286 La segunda imagen ha sido facilitada por Félix Moya. La tercera lo ha sido por Francisco Muñoz.

287 El citado departamento está dirigido por Francisco Muñoz con gran experiencia en diseño de aviones blanco.

288 Álvaro Gómez Villegas es el responsable de varios de estos paquetes de trabajo.

les tres han volado correctamente bajo control manual, mientras el propio INTA está desarrollando el sistema automático de control. También se están construyendo e integrando diversos elementos en las primeras unidades a tamaño real, para ser utilizadas en la fase de ensayos en vuelo y pruebas estructurales, habiéndose ya realizado los primeros de ellos, consistentes en su suelta con paracaídas desde helicóptero, para el estudio definitivo de su sistema de recuperación. Así mismo se han llevado a cabo en el propio Cedeá pruebas de estanqueidad de la célula del avión y del alcance de los sistemas de comunicaciones.

Retrocedamos al 2006. En ese año se iniciaban los ensayos para la evaluación del misil contracarro *Spike* a ser disparado desde el helicóptero *Tigre*. El siguiente año se inició también el apoyo técnico a la campaña de ensayos de lanzamiento del cohete aire-tierra MC-25 que, solicitados por la empresa EXPAL, han tenido su continuación en 2008.

En junio de 2007 se inician los vuelos del avión blanco *Voodoo*, último de los incorporados a la dotación del Cedeá. Ese mismo año se lanza el primer *Patriot* por el Grupo de Artillería Antiaérea de Misiles SAM *Patriot-Hawk*, que fue el primer grupo de misiles con el que se iniciaron las colaboraciones traeyctográficas veintiséis años antes; pero si bien, en aquellos momentos eran empleados aviones blanco *Chukar*, puestos en vuelo por la Armada, en esta ocasión se utilizan aviones *Scrab* y *Voodoo* operados por el Cedeá.

Desde ese año también se vienen realizando en el Cedeá ejercicios de desarrollo y validaciones de aviones blanco y equipos relacionados correspondientes a programas de desarrollo llevados a cabo por la firma italiana Selex Galileo²⁸⁹, al haber elegido el Cedeá como su centro de ensayos para los nuevos sistemas que comercializará en un futuro cercano.

En dos campos se llevan a cabo esas actividades. Una lo es en el de los denominados «sub-blancos» o «miniaviones», que son pequeños aviones blanco que van colocados en las alas del principal y son puestos en funcionamiento en el momento deseado mediante un sistema de telemando, de los cuales ya posee un vehículo operativo con el avión blanco *Mirach*, se trata del *Locusta I*; una nueva versión de este es la que se desarrolla, con el fin de que tenga capacidad para ser operativo desde aviones y helicópteros. La otra lo es en el de los aviones blanco propiamente dichos, con el estudio de un nuevo modelo que, presumiblemente, tendrá una arquitectura similar a la de su *Mirach-100*, pero con diferente aerodinámica y propulsión más potente, con el fin de poder alcanzar velocidades del orden de Mach 0,85; los últimos ensayos realizados han sido los de validación de la estructura del vehículo para la velocidad deseada, consiguiéndose alcanzar esta mediante vuelos en picado.

Para darse cuenta del trabajo realizado en el campo de los ensayos de misiles y de las operaciones con aviones blanco, puede verse al final del

texto la Tabla 5, Aviones blanco operados. 1992-2008, en la que se indica el reparto por tipo de avión de los más de mil vuelos realizados. De la misma forma, en la Tabla 6, Ensayos de misiles realizados. 1992-2008, se refleja el número estimado de ensayos realizados con cada uno de los tipos de misiles operados.

Capítulo 12

EL ARENOSILLO HOY

Lo que empezó siendo el Campo de Tiro de El Arenosillo es hoy, como hemos ido comentando en las páginas anteriores, un moderno centro de experimentación de misiles, el Cedeá. Pero a la vez que El Arenosillo iba funcionando se habían creado otras dos unidades, de las que también hablaremos al día de hoy: la Estación de Sondeos Atmosféricos y el Laboratorio de Sistemas de Energía Terrestre. Demos un rápido repaso a la situación actual de cada uno de estos tres grupos de trabajo.

El Cedeá

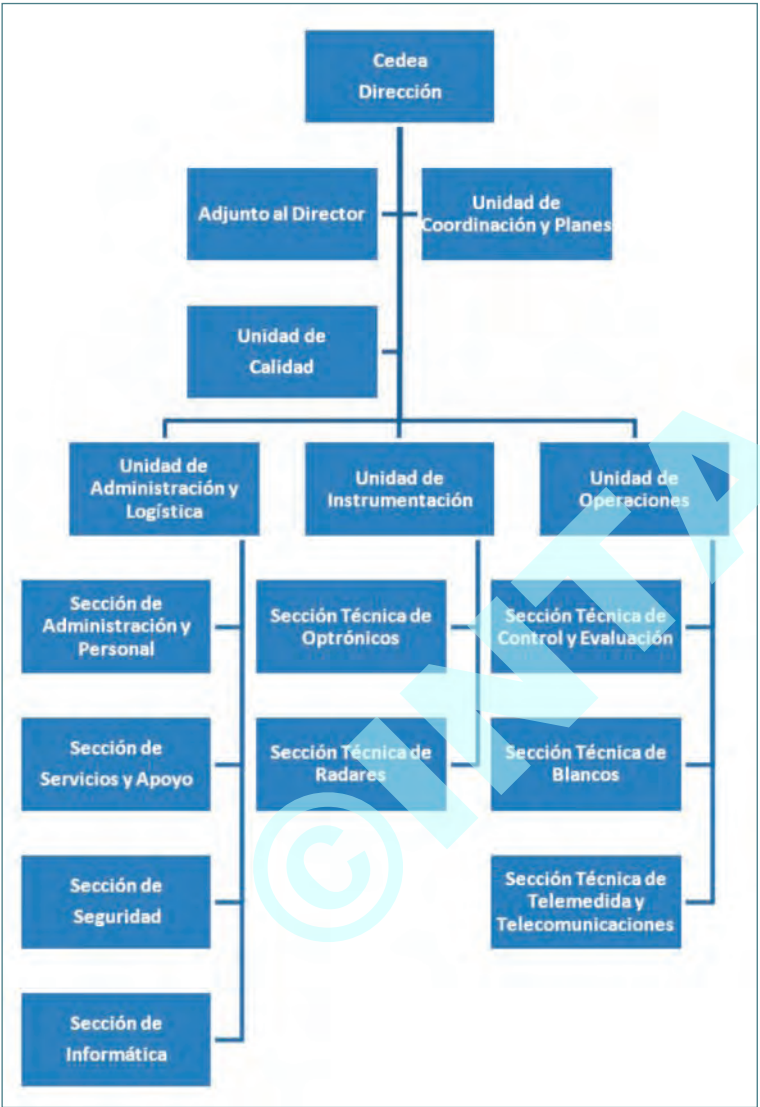
El Cedeá, núcleo principal de El Arenosillo, depende en estos momentos de la Subdirección General de Experimentación y Certificación del INTA, llevando su dirección el coronel de Aviación José Parejo-Bravo; Álvaro Gómez Villegas es el adjunto a esa dirección. En Torrejón existe una Jefatura de Programas para Campos de Tiro dirigida por el coronel Pedro Cabezas.

En la actualidad cuenta con unas setenta personas, la mayoría de ellas con experiencia de muchos años en operaciones con globos, cohetes y misiles. Dado que ya hemos comentado el cómo y el porqué de su transformación, nos limitaremos ahora a indicar su organización actual, que reflejamos en el organigrama adjunto, y a dar algunos datos sobre su equipamiento.

Su capacidad es completa para la realización de ensayos de todo tipo de misiles de corto y medio alcance, disponiendo de todos los medios y servicios precisos para su ejecución.

Entre los servicios generales cuenta con servicio sanitario, incluyendo personal ATS y ambulancia, servicio contra incendios, vigilancia y seguridad en tierra, almacenes generales y especiales para material sensible, despachos para el personal externo que lo precise y apoyo de elementos informáticos.

289 Firma ya conocida primeramente como Meteor Alenia, para pasar a Meteor CA y más tarde a Galileo Avionica. Posteriormente, al ser absorbida por el grupo Selex, ha tomado parte de su nombre del líder del grupo.





Aviones blanco²⁹⁰.
Avión blanco *Mirach*.
Zonas de ensayo LED²⁹¹. ■

cidad similar, a una distancia máxima de unos 50 km. Otro componente fundamental en la seguridad son las comunicaciones, disponiéndose de las mismas en HF, VHF y UHF, para permitir los enlaces con los medios aéreos, marítimos y terrestres implicados en la operación que se esté llevando a cabo. La red integral de fibra óptica permite la comunicación entre todos los grupos de trabajo y el personal a cargo del centro de control, para transmisión de datos de trayectorias, video, voz, teledatos y tiempo IRIG.

El centro de control dispone así de enlaces bidireccionales con todos los equipos y resto de servicios del Cedeá, teniendo incluso la posibilidad de retransmitir la información de unos a otros, y de efectuar la integración de datos en tiempo real y el

envío de los mismos a otros equipos para facilitar su posicionamiento, «enclavamiento» o readquisición en caso de pérdida del móvil. Posee consolas independientes para el encargado del control de la operación, el oficial de seguridad en vuelo, el responsable de instrumentación del centro y el jefe del ensayo o posible «cliente» externo. La Unidad Meteorológica aporta, en todo momento, datos al propio centro de control, a los jefes de programa y a las unidades que lo precisen.

Cinco equipos optrónicos hay operativos; tres del tipo MSP-2000 y un MSP-4000, además del MSP-2000-TM con teledatos. Los primeros están equipados con distintos tipos de cámaras: de cine, de IR, de adquisición y de óptica seleccionable (cinco valores entre 0,5 y 5 m), que permiten seguimientos hasta 30 km; dos de ellos están equipados con radares *Doppler* de la última generación y el tercero con uno del tipo ROR de 33 GHz. El MSP-4000 es una plataforma embarcable, con sistema de estabilización para su uso desde barco, cuyos sensores, con la excepción de la cámara de cine, son compatibles con las MSP-2000, lo que permite que tenga unas

290 De adelante hacia atrás, ALO, dos *Banshee* y *Mirach*.

291 Las actuales zonas de ensayo en las que se realizan los diferentes ejercicios con misiles.

actuaciones semejantes. Como ya hemos indicado en su momento cada uno de estos cuatro equipos dispone de su propio módulo de control, su CRM. Del quinto equipo, el MSP-2000-TM, hablaremos más adelante.

Además de los ya comentados de vigilancia aérea y marítima, se cuenta con otros tres radares, de seguimiento computarizado para las operaciones. El RIR 778-X, ya instalado en el edificio de radares, trabaja en banda X (8,5 a 9,6 GHz), con una potencia pico nominal de 250 kW, y con él se pueden obtener alcances de más de 200 km en seguimiento pasivo²⁹², y de hasta 6000 km usando respondedor OACI; va equipado con tiempo IRIG-B generado por GPS y dispone de cámara de TV. El RIR 779-C, instalado en la zona del Radint, de banda C (5,4 a 5,9 GHz) y con potencia pico de un MW, permite alcances máximos de 250 y 8000 km en las condiciones de funcionamiento antes indicadas, estando también equipado con tiempo IRIG y cámara de TV. El RIR 778-C, instalado en el Campamento Militar de El Picacho, es de banda C, con potencia de pico también de un MW. Los alcances de estos radares no tienen prácticamente más limitaciones que el horizonte y la redondez de la tierra. Así, permiten el seguimiento de los globos transmediterráneos, volando a una altura próxima a los 40 km, desde que alcanzan la vertical de las Islas Baleares.

La telemetria dispone de antenas para la recepción de datos en bandas S y L, generador de códigos de tiempo IRIG y NASA, y capacidad de registro en diferentes sistemas analógicos y digitales. El equipo MSP-2000-TM, antes comentado, permite el seguimiento automático en las mismas bandas, estando equipado además con cámaras de adquisición y de IR, con VCR incorporado. El resto de los equipos optoelectrónicos, antes comentados, permitirían también la opción de añadirles antenas de telemetria, siendo los datos recibidos, por este procedimiento, enviados por fibra óptica al laboratorio de telemetria donde serían procesados y registrados.

Se dispone de diversos sistemas de aviones blanco para la realización de disparos sobre ellos; en el momento actual se operan los siguientes tipos:

- *Mirach-100/5*. Es un blanco de altas prestaciones, que ha sustituido al *Mirach-100/4* con el que se iniciaron los vuelos en el Cedeá. Es propulsado por turborreactor; tiene 2,3 m de envergadura y unos 300 kg de masa al despegue, es capaz de volar a velocidades de 90 a 295 m/s y admite una altura de vuelo de 5 a 12 000 m; su autonomía es de 90 minutos. El lanzamiento se hace mediante cohete acelerador, y tiene una maniobrabilidad máxima de 6 ges.

Puede ir equipado con lentes *Luneberg*, generador de infrarrojos, bengalas, amplificador activo de RF, generador de humo, MDI y contramedidas (bengalas y *chaff*); además puede llevar hasta 3 blancos remolcados a la vez. Su precio actual supera los cuatrocientos mil euros sin incluir las cargas útiles; con las más sofisticadas de ellas llega a los seiscientos mil.

- ALBA. Blanco de prestaciones medias y bajo coste. De diseño INTA y fabricado por SCR. Motor de hélice; con una envergadura de 2,2 m y una masa al despegue de 17 a 21 kg, tiene una autonomía de 50 minutos; con un techo máximo de 4000 m; alcanza una velocidad máxima de 65 m/s. Capaz de ir equipado con reflector, lentes *Luneberg*, bengalas IR, botes de humo, MDI y amplificador activo de RF. Su precio mínimo es de unos dieciocho mil euros sin incluir autopiloto, pudiendo alcanzar los veinticinco mil dependiendo de las cargas útiles que porte.
- *Banshee*. Blanco de prestaciones medias. Fabricado por Meggit Defence Systems, del Reino Unido. Propulsado por motor *Wankel* de hélice trasera; tiene una envergadura de 2,5 m y una masa al despegue de 83 kg. Puede ser lanzado por catapulta elástica o neumática²⁹³; tiene una autonomía de 90 minutos con un techo de 6000 m y su velocidad máxima es de 105 m/s. Tiene la posibilidad de ir equipado con reflector, lentes *Luneberg*, bengalas IR, botes de humo, MDI, amplificador activo de RF y manga o blanco remolcados. El coste del modelo B-500, actualmente el más utilizado, oscila entre cincuenta mil y sesenta mil euros, dependiendo de las cargas útiles instaladas.
- Scrab I²⁹⁴. Blanco de prestaciones medias. Fabricado por la firma española SCR. Propulsado por una microturbina AMT de 16 kg de empuje. Con una envergadura de 1,5 m y 30 kg de masa al despegue, tiene una corta autonomía de 25 minutos, y con 105 m/s de velocidad admite un techo de vuelo de 5000 m. Puede ir equipado con bengalas de humo o de infrarrojos, *chaff*, dispensador de contramedidas, lentes de *Luneberg* y MDI.
- Scrab II. Blanco de altas prestaciones. Fabricado por SCR. Equipado en un principio con dos microturbinas similares a las del Scrab I, el empuje de cada una de ellas se ha aumentado a 22 kg en los últimos entregados. Con una envergadura de 2,35 m y unos 85 kg de masa al despegue, dispone de una autonomía de 75 minutos, sistema estabilizado y navegación por GPS; su velocidad máxima es de 120 m/s, admitiendo un techo de 5000 m y un radio operacional de 60 km. Su coste es de unos veintidós mil euros sin cargas útiles, cuya instalación aún está en fase de desarrollo, estimándose que podrá ir equipado con bengalas de humo o de infrarrojos, *chaff*, dispensador de contramedidas, lentes de *Luneberg* y MDI.

292 Nos referimos a una RCS de 1 m². La Radar Cross Section (RCS) se puede definir como la sección de una esfera equivalente a la sección aparente que el blanco ofrece al radar en ese instante.

293 El actual nuevo modelo *Banshee 600* se lanza con la catapulta neumática adquirida para el *Voodoo*, aplicándole una presión inferior.

294 Scrab es el acrónimo de Sistemas de Control Remoto Avión Blanco.

- **Voodoo.** Blanco de altas prestaciones. Fabricado por la ya citada Meggit Defence Systems (Reino Unido). Con una envergadura de 3,9 m y una masa al despegue de 210 kg, es lanzado por catapulta neumática; dispone de una autonomía superior a los 60 minutos de vuelo, a velocidades de 50 a 170 m/s, moviéndose a alturas entre 5 y 6000 m, en un radio de 120 km con seguimiento por GPS.

Dispone de la posibilidad de ir equipado con MDI, fuentes de infrarrojos, lentes de *Luneberg*, sistema de humo, contramedidas y diferentes tipos de blancos remolcados. Su precio ronda los ciento cincuenta mil euros sin cargas útiles y unos veinte mil más con ellas.

En la actualidad existe la posibilidad de operar también con dos diferentes plataformas de blanco marítimo fijo y con dos blancos marinos móviles teledirigidos.

La Estación de Sondeos Atmosféricos

La Estación de Sondeos Atmosféricos (ESAt), instalada en El Arenosillo, depende en estos momentos del Área de Investigación e Instrumentación Atmosférica del Departamento de Teledetección y Aeronomía, englobado en la Subdirección General de Investigación y Programas del INTA. Benito de La Morena es el responsable de la misma.

A lo largo de las páginas anteriores hemos visto desde su incipiente inicio en 1969, los pasos más importantes que dio, integrada en el propio campo de lanzamiento, el mantenimiento de la actividad ionosférica comenzada con el MPI y los principios de su actividad científica, en lo que hoy se conoce como medio ambiente atmosférico, con las determinaciones del contenido total de ozono estratosférico y de la radiación solar ultravioleta.

En los años 90 comenzó a expandirse, adquiriendo nuevo equipamiento e incorporándose a nuevos programas. Hacia el 2000 se inició el análisis de la base de datos de ozono troposférico de la red de la Junta de Andalucía; así mismo, se realizan medidas espectrales del espesor óptico de la atmósfera con un fotómetro, incluido en la red mundial de Aeronet, para el estudio de aerosoles que gestiona el GSFC de la NASA. Es además centro de referencia internacional para calibración e intercomparación de instrumentos ópticos para medidas de ozono y radiación solar UV, disponiendo del único espectrofotómetro *Dobson*, para observación de ozono total, existente en España, y del único espectrofotómetro *Brewer* para observar la radiación UV, en Andalucía.

Hoy día trabajan en ella unas 18 personas, incluyendo seis doctores, becarios y alumnos en prácticas, contando con los medios auxiliares generales del Cedeja y siendo múltiples las colaboraciones con universidades y centros



El momento actual: LSET.
ESAt. Telemidida²⁹⁵. ■

de investigación nacionales y extranjeros, destacando sus investigaciones en la física aplicada.

Sus campos principales de actuación son los siguientes:

- Ozono estratosférico y radiación solar.

Medición del contenido total de ozono mediante el espectrofotómetro *Dobson*.

Estudios de radiación ultravioleta, ozono, SO₂, aerosoles y otros, mediante piranómetros, radiómetros y espectrorradiómetros.

Estado del cielo, mediante cámara de cielo (desde 2007).

Caracterización y calibrado de instrumentos de medida de estos parámetros.

- Aerosol atmosférico.

Determinación de sus propiedades relacionadas con el clima y la calidad del aire.

Calibración en campo y laboratorio de fotómetros solares.

Determinación de parámetros espectrales de turbiedad.

Granulometría del aerosol y establecimiento de la climatología en el Golfo de Cádiz.

- Contaminación atmosférica y meteorología.

Análisis y comportamiento de contaminantes atmosféricos: ozono en superficie, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y algunos compuestos volátiles.

²⁹⁵ La primera imagen presenta parte del Laboratorio de Sistemas de Energía Terrestre mostrando diversos paneles solares, la segunda la actual Estación de Sondeos Atmosféricos y la tercera el edificio de telemidida, con la antena Scientific Atlanta y la torre de antenas.

Identificación de sus rutas de transporte.

Análisis de la estructura vertical de la baja atmósfera mediante sondeos termodinámicos y de ozono en El Arenosillo.

- Aplicaciones biotecnológicas.

Estudios de control y aprovechamiento de la radiación solar para su aplicación en la optimización de cultivos de microalgas y fresas.

- Variabilidad de la ionosfera.

Determinaciones de absorción ionosférica y distribución de sus datos.

Intervención en la red mediterránea de GPS de doble frecuencia para caracterización del contenido total de electrones.

Influencia de las anomalías ionosféricas en las comunicaciones por satélite.

El Laboratorio de Sistemas de Energía Terrestre

Este laboratorio, LSET, instalado en El Arenosillo, está integrado funcionalmente en el Área de Energías Renovables del Departamento de Aerodinámica y Propulsión, englobado en la Subdirección General de Investigación y Programas del Instituto, siendo Fernando Isorna el responsable del mismo.

Como ha quedado indicado en su momento, se iniciaron en 1979 los ensayos para comprobación de funcionamiento de la primera generación de paneles solares térmicos, comenzando la vida de la pronto conocida como Estación de Energía Solar, aprovechando las horas de sol de la zona, los servicios del campo de lanzamiento y las determinaciones de radiación solar e insolación allí realizadas. Estos ensayos pronto pasaron a ser de homologación, durabilidad y comportamientos de los diferentes tipos de paneles térmicos. Ya a mediados de los años 80, se firmó un acuerdo marco con la Junta de Andalucía, dando principio los trabajos en el campo de los paneles fotovoltaicos, instalándose un simulador solar y adentrándose también en el estudio de las bombas de calor.

En lo referente a las aplicaciones del hidrógeno y a la tecnología de pilas de combustible, los primeros pasos se dieron en 1989, con un programa basado en el uso del hidrógeno como medio de almacenar la electricidad solar en misiones espaciales tripuladas. El mismo se denominó Plantas de Potencia de Aplicación Espacial. Para ello se construyó en el laboratorio un campo de captación solar fotovoltaica de 8,5 kW que alimentaba a un electrolizador para producir el hidrógeno. Fue en su día la segunda planta en Europa que producía el llamado «hidrógeno solar».

Desde 1994, las actividades en este campo se han centralizado en la utilización del hidrógeno en pilas de combustible, buscando tanto una forma de producir energía eléctrica no centralizada como un combustible limpio para el transporte.

En la actualidad, las actividades del LSET son:

- Certificación de colectores solares industriales y domésticos y sistemas de refrigeración solar por absorción.

- Caracterización de componentes y pilas de combustible y diseño y construcción de plantas piloto basadas en ellas.
- Diseño de plantas de producción de hidrógeno mediante energías renovables. Sistemas de almacenamiento y dispositivos de utilización (pilas de combustibles).
- Diseño y puesta a punto de proyectos energéticos basados en el uso de energías renovables (eólica, térmica y fotovoltaica).

Para ello cuenta con los siguientes medios técnicos:

- Laboratorios de desarrollo, dotados de bancos de ensayos, sistemas de almacenamiento y equipos de análisis y proceso de datos.
- Campos de ensayo de sistemas fotovoltaicos.
- Campos de ensayo de captadores para sistemas de refrigeración por absorción.
- Campos de ensayo de colectores planos para sistemas de calentamiento.
- Laboratorio de ensayos de pilas de combustible según normativa internacional.

Hoy en día trabajan en el laboratorio quince técnicos cualificados, la mayoría ingenieros, teniendo establecidos numerosos acuerdos de colaboración con universidades y otros centros de investigación.

Tabla 1 Lanzamientos de cohetes por tipo y año.

Cohete	Año 19...	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	...	90	91	92	93	94	TOTAL
Judi-Dart	10			13	16	25	10																					74
Loki-Dart							23	29	9	9																		70
Super Loki-Dart										1	6	18	56	19				3	7	17	9		22					158
Skua 1	4			2		6																						12
Skua 2				17	12	51	9	20	23	4	4	10																150
Skua 3											1	7																8
Skua 4									1	4	1	5																11
Petrel 1											4	9					1	1										15
Petrel 2															2													2
Nike-Cajun					4		4	1																				9
Nike-Apache								1				2				2												5
Centaure							4						2															6
Skylark 3												2																2
Skylark 4									3	1																		4
Skylark 6										1	1																	2
Skylark 7												1																1
Black Brant IV B												2																2
Black Brant V C													1															1
INTA-100																												17
INTA-255				2		1													3		5		3	4	2			3
INTA-300										1	1			1			1									1	1	4
INTA-300B																												2
TOTAL ANUAL	14			32	34	83	50	51	36	21	18	56	59	20	2	2	5	8	17	12	5		25	4	2	1	1	558

Tablas

Tabla 2 Lanzamientos de cohetes por programa y tipo.

CLAVE	Tipo de cohete	Programa																								Judi-Dart	Loki-Dart	Super Loki-Dart	Skua 1	Skua 2	Skua 3	Skua 4	Petrel 1	Petrel 2	Nike-Cajun	Nike-Apache	Centaur	Skylark 3	Skylark 4	Skylark 6	Skylark 7	Black Brant IV	Black Brant V	INTA-100	INTA-255	INTA-300	INTA-300B	TOTALES
A		Cooperativo CONIE-NASA	74	61	12	103	6	4																										147														
B		Ionosférico Cooperativo con el MPI																																113														
C		Densidad y Temperaturas con granadas Acústicas con la NASA																																4														
D		Experimentación Prototipos cohetes de sondeo del INTA																																4														
E		Medidas Mesosféricas, con el MPI y el INM																																24														
F		Evolución del Oxígeno atómico, con el IAS																																32														
G		Ionosférico Tripartito CONIE-NASA-CNES																																5														
H		Densidad de electrones y de iones con la NASA																																12														
I		Programa Meteorológico Nacional																																2														
J		Espectrografía Cometa Kohoutek																																89														
K		Fotometría Estrella Gamma-Orion																																2														
L		Medida de la Radiación de la Nebulosa del Cangrejo																																2														
M		Intensidad y Polarización de la Luz Zodiacal y de la Vía Láctea																																2														
N		Anomalía Invernal 1975/76, con el MPI y otras instituciones																																1														
O		Dispersión de la línea del Helio en el Viento Interestelar																																1														
P		Radiación X Remanente de la Supernova Casiopea A																																56														
Q		Carga útil tecnológica Heat Pipe, con DFVLR y Dornier																																2														
R		Campo Electromagnético, Eyección de Bario, con Univ. Sussex																																1														
S		Fotometría en el infrarrojo, con IAA																																1														
T		Anomalía Invernal y Dinámica Atmosférica																																2														
U		Programa GLOBUS																																30														
V		Programa DYANA																																6														
W		Estudios de Emisión y Absorción Atmosféricas (EEAA)																																22														
																																		2														
		TOTALES	74	70	158	12	150	8	11	15	2	9	5	6	2	4	2	1	2	1	2	1	17	3	4	2							558															

Nota: Las claves indicadas serán las utilizadas en la tabla 3, "Relación general de cohetes lanzados en El Arenosillo.

* Uno de los INTA-300 indicado en la clave D compartió carga útil con este programa.

** Los dos cohetes indicados en clave W compartieron una carga útil tecnológica.

Tabla 3. (1/4) Relación General de Cohetes lanzados en El Arenosillo

Núm.	Identif. Cohete	Año	Mes	Día	Hora Z Cohete	Clave	Núm.	Identif. Cohete	Año	Mes	Día	Hora Z Cohete	Clave	
1	H-1 (H-6601)	1966	10	14	13:55 Judi-Dart	A	71	MP-6904	1969	c	12	11	12:02 Skua 2	B
2	S-1 (S-6601)			15	10:56 Skua 1	A	72	MP-6905			12	12	11:50 Skua 2	B
3	S-2 (S-6602)			19	11:00 Skua 1	A	73	MP-6906			12	12	13:33 Skua 2	B
4	H-2 (H-6602)			21	11:00 Judi-Dart	A	74	MP-6907			12	13	12:00 Skua 2	B
5	H-3 (H-6603)			26	11:40 Judi-Dart	A	75	MP-6908			12	15	12:00 Skua 2	B
6	H-4 (H-6604)		11	2	10:54 Judi-Dart	A	76	MP-6909			12	16	11:56 Skua 2	B
7	H-5 (H-6605)			9	11:39 Judi-Dart	A	77	MP-6910			12	17	11:50 Skua 2	B
8	S-3 (S-6603)			16	10:55 Skua 1	A	78	MP-6911			12	18	11:58 Skua 2	B
9	H-6 (H-6606)			18	11:09 Judi-Dart	A	79	MP-6912			12	18	13:28 Skua 2	B
10	H-7 (H-6607)			23	11:05 Judi-Dart	A	80	I-6901			12	20	11:10 INTA-255	D
11	S-4 (S-6604)			30	11:02 Skua 1	A	81	H-7001	1970		1	10	11:40 Judi-Dart	A
12	H-8 (H-6608)		12	2	11:06 Judi-Dart	A	82	MP-7001			1	12	11:33 Skua 2	B
13	H-9 (H-6609)			7	11:00 Judi-Dart	A	83	H-7002			1	14	11:35 Judi-Dart	A
14	H-10 (H-6610)			9	11:35 Judi-Dart	A	84	MP-7002			1	15	11:38 Skua 2	B
15	H-6801	1968	1	17	11:57 Judi-Dart	A	85	MP-7003			1	16	12:00 Skua 2	B
16	H-6802		1	24	11:14 Judi-Dart	A	86	MP-7004			1	17	11:45 Skua 2	B
17	H-6803		1	31	11:18 Judi-Dart	A	87	S-7001			1	19	11:30 Skua 1	A
18	S-6801		2	7	11:06 Skua 1	A	88	MP-7005			1	19	13:16 Skua 2	B
19	H-6804		2	14	16:22 Judi-Dart	A	89	MP-7006			1	21	11:35 Skua 2	B
20	MP-6801		2	15	15:46 Skua 2	B	90	H-7003			1	21	12:25 Judi-Dart	A
21	MP-6802		2	16	10:58 Skua 2	B	91	H-7004			1	28	11:18 Judi-Dart	A
22	MP-6803		2	17	11:54 Skua 2	B	92	H-7005			2	11	11:00 Judi-Dart	A
23	H-6805		2	22	9:38 Judi-Dart	A	93	MP-7007			2	16	12:13 Skua 2	B
24	H-6806		2	28	11:35 Judi-Dart	A	94	MP-7008			2	17	12:02 Skua 2	B
25	S-6802		3	6	11:34 Skua 1	A	95	MP-7009			2	18	11:53 Skua 2	B
26	H-6807		3	13	11:34 Judi-Dart	A	96	MP-7010			2	19	12:20 Skua 2	B
27	MP-6804		4	23	11:18 Skua 2	B	97	MP-7011			2	20	12:00 Skua 2	B
28	MP-6805		4	24	10:29 Skua 2	B	98	MP-7012			2	21	12:00 Skua 2	B
29	MP-6806		4	24	12:37 Skua 2	B	99	MP-7013			2	23	12:07 Skua 2	B
30	H-6808		9	4	10:13 Judi-Dart	A	100	SM-7001			2	24	0:00 Skua 2	E
31	H-6809		9	11	10:00 Judi-Dart	A	101	SM-7002			2	24	0:16 Skua 2	E
32	H-6810		9	13	11:20 Judi-Dart	A	102	SM-7003			2	24	4:01 Skua 2	E
33	H-6811		9	18	10:11 Judi-Dart	A	103	SM-7004			2	24	8:00 Skua 2	E
34	H-6812		9	25	10:54 Judi-Dart	A	104	SM-7005			2	24	12:00 Skua 2	E
35	H-6813		10	9	10:42 Judi-Dart	A	105	SM-7006			2	24	16:00 Skua 2	E
36	MP-6807		11	6	11:22 Skua 2	B	106	SM-7007			2	24	20:00 Skua 2	E
37	MP-6808		11	8	11:06 Skua 2	B	107	SM-7008			2	25	0:00 Skua 2	E
38	MP-6809		11	12	11:20 Skua 2	B	108	SM-7009			2	25	4:00 Skua 2	E
39	MP-6810		11	13	11:46 Skua 2	B	109	H-7006			2	25	5:00 Judi-Dart	A
40	MP-6811		11	15	11:58 Skua 2	B	110	SM-7010			2	25	8:00 Skua 2	E
41	MP-6812		11	18	10:51 Skua 2	B	111	SM-7011			2	25	8:20 Skua 2	E
42	MP-6813		11	20	14:45 Skua 2	B	112	SM-7012			2	25	12:01 Skua 2	E
43	MP-6814		11	22	10:43 Skua 2	B	113	SM-7013			2	25	16:00 Skua 2	E
44	MP-6815		11	25	11:01 Skua 2	B	114	H-7007			2	25	17:04 Judi-Dart	A
45	MP-6816		11	27	15:02 Skua 2	B	115	SM-7014			2	25	20:00 Skua 2	D
46	MP-6817		11	29	11:21 Skua 2	B	116	SM-7015			2	26	0:00 Skua 2	E
47	H-6901	1969	1	20	11:49 Judi-Dart	A	117	SM-7016			2	26	0:11 Skua 2	E
48	H-6902		1	22	10:57 Judi-Dart	A	118	SM-7017			2	26	4:00 Skua 2	E
49	H-6903		1	24	10:55 Judi-Dart	A	119	SM-7018			2	26	8:00 Skua 2	E
50	H-6904		1	29	10:55 Judi-Dart	A	120	SM-7019			2	26	12:00 Skua 2	E
51	H-6905		3	19	10:57 Judi-Dart	A	121	SM-7020			2	26	16:00 Skua 2	E
52	NC-6901		3	28	0:23 Nike-Cajun	C	122	SM-7021			2	26	20:06 Skua 2	E
53	H-6906		3	28	1:39 Judi-Dart	A	123	SM-7022			2	27	0:00 Skua 2	E
54	NC-6902		3	29	0:05 Nike-Cajun	C	124	SM-7023			2	27	4:00 Skua 2	E
55	H-6907		3	29	1:05 Judi-Dart	A	125	SM-7024			2	27	8:00 Skua 2	E
56	H-6908		4	16	11:13 Judi-Dart	A	126	SM-7025			2	27	12:00 Skua 2	E
57	H-6909		4	30	10:45 Judi-Dart	A	127	SM-7026			2	27	16:00 Skua 2	E
58	NC-6903		5	8	0:05 Nike-Cajun	C	128	SM-7027			2	27	20:10 Skua 2	E
59	H-6910		5	8	1:03 Judi-Dart	A	129	SM-7028			2	27	20:24 Skua 2	E
60	NC-6904		5	10	1:45 Nike-Cajun	C	130	SM-7029			2	27	20:55 Skua 2	E
61	H-6911		5	10	2:55 Judi-Dart	A	131	SM-7030			2	28	0:00 Skua 2	E
62	H-6912		5	14	10:47 Judi-Dart	A	132	SM-7031			2	28	4:00 Skua 2	E
63	MI-6901		6	19	9:08 INTA-255	D	133	SM-7032			2	28	8:00 Skua 2	E
64	H-6913		10	15	10:50 Judi-Dart	A	134	MP-7014			2	28	12:00 Skua 2	E
65	H-6914		11	12	11:20 Judi-Dart	A	135	S-7002			3	4	0:50 Skua 1	A
66	H-6915		11	26	11:04 Judi-Dart	A	136	MP-7015			3	5	12:13 Skua 2	B
67	MP-6901		12	9	12:03 Skua 2	B	137	MP-7016			3	5	12:17 Skua 2	B
68	MP-6902		12	9	14:49 Skua 2	B	138	H-7008			4	29	11:38 Judi-Dart	A
69	MP-6903		12	10	11:54 Skua 2	B	139	S-7003			5	5	22:08 Skua 1	A
70	H-6916		12	10	14:00 Judi-Dart	A	140	H-7009			5	13	10:45 Judi-Dart	A

Tabla 3. (2/4) Relación General de Cohetes lanzados en El Arenosillo

Núm. Identif. Cohete	Año	Mes	Día	Hora	Z Cohete	Clave	Núm. Identif. Cohete	Año	Mes	Día	Hora	Z Cohete	Clave
141 H-7010	1970c	5	20	11:01	Judi-Dart	A	211 HT-7121	1971c	12	15	22:19	Loki-Dart	A
142 H-7011		5	27	11:07	Judi-Dart	A	212 HT-7122		12	22	11:36	Loki-Dart	A
143 S-7004		6	3	11:03	Skua 1	A	213 HT-7123	1972	12	22	12:10	Loki-Dart	A
144 H-7012		6	10	11:00	Judi-Dart	A	214 HD-7201		1	12	22:18	Loki-Dart	A
145 H-7013		6	17	11:15	Judi-Dart	A	215 HD-7202		1	12	23:00	Loki-Dart	A
146 H-7014		6	24	11:00	Judi-Dart	A	216 HW-7201		1	19	22:45	Loki-Dart	A
147 H-7015		7	1	12:00	Judi-Dart	A	217 HD-7203		1	22	1:53	Loki-Dart	A
148 S-7005		7	8	22:00	Skua 1	A	218 HD-7204		1	24	10:48	Loki-Dart	A
149 S-7006		7	15	22:13	Skua 1	A	219 HW-7202		1	26	11:34	Loki-Dart	A
150 H-7016		7	22	10:47	Judi-Dart	A	220 HW-7203		2	2	11:34	Loki-Dart	A
151 H-7017		7	29	10:55	Judi-Dart	A	221 HW-7204		2	9	11:33	Loki-Dart	A
152 H-7018		9	9	11:00	Judi-Dart	A	222 HW-7205		2	9	23:23	Loki-Dart	A
153 H-7019		9	16	11:00	Judi-Dart	A	223 HW-7206		2	11	12:52	Loki-Dart	A
154 H-7020		9	25	11:00	Judi-Dart	A	224 HW-7207		2	14	22:34	Loki-Dart	A
155 H-7021		9	30	11:00	Judi-Dart	A	225 HW-7208		2	16	11:30	Loki-Dart	A
156 H-7022		10	7	11:00	Judi-Dart	A	226 HW-7209		2	18	11:38	Loki-Dart	A
157 H-7023		10	21	12:09	Judi-Dart	A	227 HW-7210		2	23	11:40	Loki-Dart	A
158 H-7024		10	28	11:27	Judi-Dart	A	228 HD-7205		3	15	11:57	Loki-Dart	A
159 EMP-7001	1971	12	9	12:30	Skua 2	B	229 HD-7206		3	22	11:38	Loki-Dart	A
160 EMP-7002		12	11	15:37	Skua 2	B	230 HD-7207		4	5	11:55	Loki-Dart	A
161 EMP-7003		12	12	11:40	Skua 2	B	231 HD-7208		4	12	11:37	Loki-Dart	A
162 I-7001		12	12	15:15	INTA-255	D	232 MSC-7201		4	14	11:18	Skua 2	B
163 H-7025		12	16	12:00	Judi-Dart	A	233 MSC-7202		4	19	12:22	Skua 2	B
164 H-7101		1	13	12:41	Judi-Dart	A	234 HD-7209		4	19	13:36	Loki-Dart	A
165 H-7102		1	16	11:45	Judi-Dart	A	235 MSCL-7201		4	21	11:38	Skua 2	B
166 H-7103		1	20	12:35	Judi-Dart	A	236 MSCL-7202		4	26	11:23	Skua 2	B
167 H-7104		2	17	11:57	Judi-Dart	A	237 HD-7210		4	26	13:01	Loki-Dart	A
168 H-7105		2	24	11:30	Judi-Dart	A	238 MSCL-7203		4	28	11:30	Skua 2	B
169 H-7106		2	24	12:23	Judi-Dart	A	239 MSC-7203		5	3	11:32	Skua 2	B
170 H-7107		3	3	11:31	Judi-Dart	A	240 HD-7211		5	3	13:01	Loki-Dart	A
171 H-7108		3	10	11:35	Judi-Dart	A	241 MSCL-7204		5	5	11:15	Skua 2	B
172 H-7109		3	17	11:30	Judi-Dart	A	242 MSCL-7205		5	10	11:22	Skua 2	B
173 AB-7101		3	22	19:50	Skua 2	F	243 HW-7211		5	10	13:08	Loki-Dart	A
174 AB-7102		3	23	19:51	Skua 2	F	244 MSC-7204		5	17	11:20	Skua 2	B
175 AB-7103		3	23	22:21	Skua 2	F	245 HW-7212		5	17	12:51	Loki-Dart	A
176 H-7110	1972	3	24	12:00	Judi-Dart	A	246 MSC-7205		5	24	11:08	Skua 2	B
177 AB-7104		3	24	19:42	Skua 2	F	247 HT-7201		5	24	12:06	Loki-Dart	A
178 AB-7105		3	24	20:20	Skua 2	F	248 MSC-7206		5	31	11:15	Skua 2	B
179 HT-7101		4	7	12:07	Loki-Dart	A	249 MSC-7207		6	7	11:23	Skua 2	B
180 HT-7102		4	14	13:40	Loki-Dart	A	250 MSC-7208		6	14	11:27	Skua 2	B
181 C-7101		4	26	19:34	Centaure I	G	251 MSC-7209		6	21	11:25	Skua 2	B
182 NC-7101		4	26	22:14	Nike-Cajun	G	252 MSC-7210		6	28	11:15	Skua 2	B
183 HT-7103		4	28	11:35	Loki-Dart	A	253 NA-7201		7	3	8:10	Nike-Apache	H
184 HT-7104		5	5	11:31	Loki-Dart	A	254 MSC-7211		7	5	11:17	Skua 2	B
185 HT-7105		5	12	11:30	Loki-Dart	A	255 NC-7201		7	6	8:09	Nike-Cajun	H
186 HT-7106		5	19	11:15	Loki-Dart	A	256 MSC-7212		7	12	11:35	Skua 2	B
187 MP-7101		5	21	22:35	Skua 2	B	257 HW-7213		9	15	12:35	Loki-Dart	A
188 HT-7107		5	26	11:34	Loki-Dart	A	258 HW-7214		9	20	12:04	Loki-Dart	A
189 C-7102		5	26	20:00	Centaure I	G	259 HW-7215		9	27	10:06	Loki-Dart	A
190 NC-7102		5	27	23:31	Nike-Cajun	G	260 MSCLO-7201	1973	10	18	12:09	Skua 2	B
191 NC-7103		5	27	1:41	Nike-Cajun	G	261 MSCLO-7202		10	20	12:07	Skua 2	B
192 C-7103		5	27	4:36	Centaure I	G	262 MSCLO-7203		10	25	12:08	Skua 2	B
193 C-7104		5	27	20:00	Centaure I	G	263 HW-7216		11	29	12:28	Loki-Dart	A
194 NC-7104		5	28	2:52	Nike-Cajun	G	264 HW-7217		12	6	12:17	Loki-Dart	A
195 MP-7102		5	28	2:56	Skua 2	B	265 HW-7301		1	10	12:45	Loki-Dart	A
196 MP-7103		5	28	4:25	Skua 2	B	266 MSCLO-7301		1	15	11:49	Skua 2	B
197 MP-7104		5	28	4:31	Skua 2	B	267 MSCLO-7302		1	19	11:49	Skua 2	B
198 HT-7108		6	16	11:42	Loki-Dart	A	268 MSCL-7301		1	20	11:38	Skua 2	B
199 HT-7109		6	30	11:34	Loki-Dart	A	269 MSC-7301		1	21	11:35	Skua 2	B
200 HT-7110		7	7	11:38	Loki-Dart	A	270 MSCLO-7303		1	22	11:38	Skua 2	B
201 HT-7111		7	21	11:35	Loki-Dart	A	271 MSCLO-7304		1	24	11:37	Skua 2	B
202 HT-7112		9	8	11:30	Loki-Dart	A	272 MSCL-7302		1	25	11:47	Skua 2	B
203 HT-7113		9	15	11:55	Loki-Dart	A	273 MSCLO-7305		1	27	11:43	Skua 2	B
204 HT-7114		9	22	12:15	Loki-Dart	A	274 MSCL-7303		1	29	12:45	Skua 2	B
205 HT-7115		9	24	12:00	Loki-Dart	A	275 MS4CLO-7301		1	31	12:57	Skua 4	B
206 HT-7116		9	27	11:50	Loki-Dart	A	276 HW-7302		2	7	12:07	Loki-Dart	A
207 HT-7117		9	29	11:40	Loki-Dart	A	277 HW-7303		3	7	13:05	Loki-Dart	A
208 HT-7118	1973	10	6	11:50	Loki-Dart	A	278 MSC-7302		3	23	12:36	Skua 2	B
209 HT-7119		11	3	22:50	Loki-Dart	A	279 MSC-7303		3	26	12:35	Skua 2	B
210 HT-7120		12	8	21:32	Loki-Dart	A	280 MSC-7304		3	29	12:49	Skua 2	B

Tabla 3. (3/4) Relación General de Cohetes lanzados en El Arenosillo

Núm. Identif. Cohete	Año	Mes	Día	Hora Z Cohete	Clave	Núm. Identif. Cohete	Año	Mes	Día	Hora Z Cohete	Clave
281 MSC-7305	1973c	4	3	12:05 Skua 2	B	351 SLW-7604	1976c	1	8	12:00 Super Loki-Dart	N
282 MSC-7306		4	6	12:19 Skua 2	B	352 SLW-7605		1	9	15:53 Super Loki-Dart	N
283 HW-7304		4	11	12:22 Loki-Dart	A	353 MSCL-7602		1	9	16:11 Skua 2	N
284 HW-7305		5	9	12:32 Loki-Dart	A	354 SLW-7606		1	12	13:50 Super Loki-Dart	N
285 HW-7306		6	6	12:15 Loki-Dart	A	355 MS3CLO-7602		1	12	14:20 Skua 3	N
286 HW-7307		7	11	12:20 Loki-Dart	A	356 SLW-7607		1	14	13:50 Super Loki-Dart	N
287 SKY-S93		10	2	1:51 Skylark 4	J	357 MS3CL-7602		1	14	14:10 Skua 3	N
288 SKY-S92		10	6	3:36 Skylark 4	K	358 MPGAFFD-7602		1	20	13:20 Petrel 1	N
289 MSC2A-7301		10	19	12:37 Skua 2	B	359 SLW-7608		1	20	15:50 Super Loki-Dart	N
290 HW-7308		11	14	12:12 Loki-Dart	A	360 MS3CLO-7603		1	20	16:10 Skua 3	N
291 SKY-S74		11	27	1:51 Skylark 4	K	361 MPGAFFD-7603		1	21	13:40 Petrel 1	N
292 MSCLO-7306		11	30	11:30 Skua 2	B	362 MNAE-7602		1	21	14:30 Nike-Apache	N
293 MSCLO-7307		12	3	11:39 Skua 2	B	363 SKY-3-7602		1	21	15:36 Skylark 3	N
294 MSCLO-7308		12	5	11:46 Skua 2	B	364 MSCL-7603		1	21	15:40 Skua 2	N
295 MSCLO-7309		12	7	11:32 Skua 2	B	365 UCLP-7602		1	21	15:55 Petrel 1	N
296 MSCLO-7310		12	11	11:46 Skua 2	B	366 SLW-7609		1	21	16:40 Super Loki-Dart	N
297 MSCLO-7311		12	12	11:08 Skua 2	B	367 UCLP-7603		1	21	16:17 Petrel 1	N
298 HW-7309		12	12	12:47 Loki-Dart	A	368 MS4CLOF-7602		1	21	22:30 Skua 4	N
299 MSCLO-7312		12	14	11:36 Skua 2	B	369 SLW-7610		1	22	15:56 Super Loki-Dart	N
300 MSCLO-7313		12	16	11:30 Skua 2	B	370 MSCL-7604		1	22	16:16 Skua 2	N
301 HW-7401	1974	1	9	12:15 Loki-Dart	I	371 SLW-7611		1	23	15:50 Super Loki-Dart	N
302 MSCLO-7401		1	10	11:30 Skua 2	B	372 MSCL-7605		1	23	16:10 Skua 2	N
303 HW-7402		1	11	11:38 Loki-Dart	I	373 SLW-7612		1	24	16:00 Super Loki-Dart	N
304 MSCLO-7402		1	11	11:40 Skua 2	B	374 SLW-7613		1	24	16:41 Super Loki-Dart	N
307 SKY-N60		1	12	19:15 Skylark 4	J	375 SLW-7614		1	26	15:59 Super Loki-Dart	N
305 HW-7403		1	14	11:30 Loki-Dart	I	376 MS3CL-7603		1	26	16:19 Skua 3	N
306 MSCLO-7403		1	14	11:35 Skua 2	B	377 SLW-7615		1	28	15:50 Super Loki-Dart	N
308 HW-7404		1	16	11:30 Loki-Dart	I	378 MS3CL-7604		1	28	16:10 Skua 3	N
309 MSCLO-7404		1	16	11:38 Skua 2	B	379 SLW-7616		1	30	15:38 Super Loki-Dart	N
310 SHR-7401		1	16	13:00 Super Loki-Dart	I	380 MSCL-7606		2	5	15:51 Skua 2	N
311 HW-7405		1	18	12:03 Loki-Dart	I	381 SLW-7617		2	5	16:26 Super Loki-Dart	N
312 MS4CL-7401		1	19	11:34 Skua 4	B	382 MS4CLOF-7603		2	5	22:30 Skua 4	N
313 HW-7406		1	19	12:56 Loki-Dart	I	383 MPGAFFD-7604		2	8	14:26 Petrel 1	N
314 MS4CLO-7401		1	21	11:30 Skua 4	B	384 MSCL-7607		2	8	15:34 Skua 2	N
315 HW-7407		1	21	12:58 Loki-Dart	I	385 SLW-7618		2	8	16:20 Super Loki-Dart	N
316 MS4CLO-7402		1	23	11:30 Skua 4	B	386 BB4-BAC-7601		3	10	9:10 Black-Brant IV.B	O
317 HW-7408		1	23	13:01 Loki-Dart	I	387 MS4CLOF-7604		5	4	21:30 Skua 4	N
318 MS4CLO-7403		1	25	11:30 Skua 4	B	388 MSCL-7608		5	5	4:43 Skua 2	N
319 HD-7401		1	25	12:59 Loki-Dart	I	389 MS4CLOF-7605		5	5	21:30 Skua 4	N
320 SKY-SL1304		10	7	6:34 Skylark 6	L	390 MSCLO-7601		5	8	15:31 Skua 2	N
321 IT-P1-7401		10	9	8:40 INTA-300	D	391 MPGAFFD-7605		5	8	16:18 Petrel 1	N
322 MPGFDF-7501	1975	1	25	12:40 Petrel 1	B	392 MSCLO-7602		5	15	15:31 Skua 2	N
323 MSCLO-7501		1	25	13:33 Skua 2	B	393 MPGAFFD-7606		5	15	16:08 Petrel 1	N
324 MPGFDF-7502		1	30	12:15 Petrel 1	B	394 BB4-BAC-7602		6	27	8:58 Black-Brant IV.B	O
325 MS4CL-7501		1	30	14:10 Skua 4	B	395 SKY-7-7601	1977	7	17	6:10 Skylark 7	P
326 MSCLO-7502		2	5	12:02 Skua 2	B	396 SLW-7701		1	17	11:36 Super Loki-Dart	I
327 MSCL-7503		6	4	11:22 Skua 2	B	397 SLW-7702		1	19	11:33 Super Loki-Dart	I
328 MPGFDF-7503		6	4	11:42 Petrel 1	B	398 SLW-7703		1	19	12:08 Super Loki-Dart	I
329 MSCL-7504		6	7	11:00 Skua 2	B	399 SLW-7704		1	21	11:34 Super Loki-Dart	I
330 MPGFDF-7504		6	7	11:18 Petrel 1	B	400 SLW-7705		1	24	11:31 Super Loki-Dart	I
331 SLW-7501		6	25	11:57 Super Loki-Dart	I	401 SLW-7706		1	24	12:00 Super Loki-Dart	I
332 SLW-7502		7	1	11:25 Super Loki-Dart	I	402 SLW-7707		1	26	11:34 Super Loki-Dart	I
333 SLW-7503		9	3	11:20 Super Loki-Dart	I	403 SLW-7708		1	26	12:21 Super Loki-Dart	I
334 SKY-A7		10	9	4:49 Skylark 6	M	404 SLW-7709		1	28	11:33 Super Loki-Dart	I
335 IT-P2-7501		10	21	11:22 INTA-300	D	405 SLW-7710		1	31	11:55 Super Loki-Dart	I
336 SLW-7504		11	19	12:00 Super Loki-Dart	M	406 SLW-7711		2	2	11:38 Super Loki-Dart	I
337 MS3CL-7501		12	17	11:05 Skua 3	N	407 SLW-7712		2	4	11:32 Super Loki-Dart	I
338 SLW-7505		12	17	12:00 Super Loki-Dart	N	408 SLW-7713		2	5	11:09 Super Loki-Dart	I
339 SLW-7506		12	31	10:46 Super Loki-Dart	N	409 SLW-7714		2	5	11:50 Super Loki-Dart	I
340 MS3CLO-7601	1976	1	2	14:59 Skua 3	N	410 SLW-7715		2	7	11:34 Super Loki-Dart	I
341 SLW-7601		1	2	15:59 Super Loki-Dart	N	411 SLW-7716		2	9	11:32 Super Loki-Dart	I
342 MPGAFFD-7601		1	4	13:40 Petrel 1	N	412 SLW-7717		2	11	11:37 Super Loki-Dart	I
343 MNAE-7601		1	4	14:30 Nike-Apache	N	413 SLW-7718		2	16	11:33 Super Loki-Dart	I
344 SKY-3-7601		1	4	15:30 Skylark 3	N	414 SLW-7719		2	23	11:53 Super Loki-Dart	I
345 MS3CL-7601		1	4	15:47 Skua 3	N	415 SLW-7720		3	2	11:54 Super Loki-Dart	I
346 UCLP-7601		1	4	16:00 Petrel 1	N	416 SLW-7721		3	9	11:31 Super Loki-Dart	I
347 SLW-7602		1	4	16:52 Super Loki-Dart	N	417 SLW-7722		3	16	11:30 Super Loki-Dart	I
348 MS4CLOF-7601		1	4	22:58 Skua 4	N	418 SLW-7723		3	23	11:35 Super Loki-Dart	I
349 MSCL-7601		1	6	15:46 Skua 2	N	419 SLW-7724		3	30	11:41 Super Loki-Dart	I
350 SLW-7603		1	6	16:40 Super Loki-Dart	N	420 SLW-7725		4	1	11:31 Super Loki-Dart	I

Tabla 3. (4/4) Relación General de Cohetes lanzados en El Arenosillo

Núm. Identif. Cohete	Año	Mes	Día	Hora	Z Cohete	Clave	Núm. Identif. Cohete	Año	Mes	Día	Hora	Z Cohete	Clave
421 SLW-7726	1977c	4	4	11:31	Super Loki-Dart	I	491 FOCCA 1-1/82	1982c	3	15	18:00	Petrel 1	S
422 SLW-7727		4	11	11:51	Super Loki-Dart	I	492 SLD-8301	1983	1	12	12:41	Super Loki-Dart	T
423 SLW-7728		4	13	11:34	Super Loki-Dart	I	493 SLD-8302		1	21	13:27	Super Loki-Dart	T
424 SLW-7729		4	15	11:31	Super Loki-Dart	I	494 SLD-8303		1	28	12:30	Super Loki-Dart	T
425 SLW-7730		4	18	11:31	Super Loki-Dart	I	495 SLD-8304		1	30	12:26	Super Loki-Dart	T
426 SLW-7731		4	20	11:31	Super Loki-Dart	I	496 SLD-8305		2	1	12:31	Super Loki-Dart	T
427 SLW-7732		4	22	11:31	Super Loki-Dart	I	497 SLD-8306		2	4	12:28	Super Loki-Dart	T
428 SLW-7733		4	25	11:32	Super Loki-Dart	I	498 SLD-8307		2	9	12:34	Super Loki-Dart	T
429 SLW-7734		4	27	11:39	Super Loki-Dart	I	499 SLD-8308		2	16	12:02	Super Loki-Dart	T
430 SLW-7735		4	29	11:31	Super Loki-Dart	I	500 SLD-8309		2	17	13:21	Super Loki-Dart	T
431 SLW-7736		5	4	11:32	Super Loki-Dart	I	501 SLD-8310		2	19	12:15	Super Loki-Dart	T
432 SLW-7737		5	11	11:54	Super Loki-Dart	I	502 SLD-8311		9	9	8:31	Super Loki-Dart	U
433 SLW-7738		6	8	11:32	Super Loki-Dart	I	503 SLD-8312		9	10	11:03	Super Loki-Dart	U
434 BB5-BAC-7701		6	10	3:06	Black-Brant V.C	Q	504 SLD-8313		9	14	3:21	Super Loki-Dart	U
435 SLW-7739		6	22	11:31	Super Loki-Dart	I	505 SLD-8314		9	14	11:05	Super Loki-Dart	U
436 SLW-7740		7	29	0:00	Super Loki-Dart	I	506 SLD-8315		9	20	12:43	Super Loki-Dart	U
437 SLW-7741		8	1	12:14	Super Loki-Dart	I	507 SLD-8316		9	24	11:00	Super Loki-Dart	U
438 SLW-7742		8	5	11:35	Super Loki-Dart	I	508 SLD-8317		12	13	12:23	Super Loki-Dart	T
439 SLW-7743		8	12	11:31	Super Loki-Dart	I	509 SLD-8401	1984	1	10	13:01	Super Loki-Dart	T
440 SLW-7744		8	19	11:39	Super Loki-Dart	I	510 SLD-8402		1	18	12:53	Super Loki-Dart	T
441 SLW-7745		9	7	11:31	Super Loki-Dart	I	511 SLD-8403		1	21	12:52	Super Loki-Dart	T
442 SLW-7746		9	7	12:08	Super Loki-Dart	I	512 SLD-8404		1	24	13:16	Super Loki-Dart	T
443 SLW-7747		9	14	11:31	Super Loki-Dart	I	513 SLD-8405		1	30	13:57	Super Loki-Dart	T
444 SLW-7748		9	21	11:31	Super Loki-Dart	I	514 SLD-8406		3	29	12:05	Super Loki-Dart	T
445 SLW-7749		9	28	12:30	Super Loki-Dart	I	515 MZ-8401		6	11	11:04	INTA-100	D
446 SLW-7750		10	5	12:34	Super Loki-Dart	I	516 MZ-8402		6	12	11:03	INTA-100	D
447 SLW-7751		10	19	12:34	Super Loki-Dart	I	517 RP-8401		6	13	11:04	INTA-100	D
448 SLW-7752		11	2	12:31	Super Loki-Dart	I	518 SLD-8407		6	13	12:35	Super Loki-Dart	T
449 SLW-7753		11	16	12:31	Super Loki-Dart	I	519 SLD-8408		6	15	11:05	Super Loki-Dart	T
450 SLW-7754		11	30	12:31	Super Loki-Dart	I	520 SLD-8409		9	21	12:06	Super Loki-Dart	T
451 SLW-7755		11	30	12:57	Super Loki-Dart	I	521 RP-8501	1985	3	27	11:46	INTA-100	D
452 TCIS-7701		12	12	10:49	Centaure I	G	522 RP-8502		6	18	11:49	INTA-100	D
453 TCIS-7702		12	16	10:35	Centaure I	G	523 RP-8503		6	24	11:01	INTA-100	D
454 SLW-7756		12	21	12:42	Super Loki-Dart	I	524 RP-8504		11	13	12:17	INTA-100	D
455 SLW-7801	1978	1	11	12:35	Super Loki-Dart	I	525 RP-8505		11	15	11:23	INTA-100	D
456 SLW-7802		1	13	12:42	Super Loki-Dart	I	526 DYSLD-9001	1990	1	15	21:40	Super Loki-Dart	V
457 SLW-7803		1	16	12:43	Super Loki-Dart	I	527 DYSLD-9002		1	15	22:56	Super Loki-Dart	V
458 SLW-7804		1	16	13:05	Super Loki-Dart	I	528 DYSLD-9003		1	18	21:09	Super Loki-Dart	V
459 SLW-7805		1	18	12:31	Super Loki-Dart	I	529 DYSLD-9004		1	23	21:17	Super Loki-Dart	V
460 SLW-7806		1	20	12:47	Super Loki-Dart	I	530 DYSLD-9005		1	23	22:09	Super Loki-Dart	V
461 SLW-7807		1	23	12:31	Super Loki-Dart	I	531 DYSLD-9006		1	25	21:32	Super Loki-Dart	V
462 SLW-7808		1	27	12:31	Super Loki-Dart	I	532 DYSLD-9007		1	30	21:15	Super Loki-Dart	V
463 SLW-7809		1	30	12:35	Super Loki-Dart	I	533 DYSLD-9008		2	1	21:25	Super Loki-Dart	V
464 SLW-7810		2	3	12:35	Super Loki-Dart	I	534 DYSLD-9009		2	5	21:34	Super Loki-Dart	V
465 SLW-7811		2	6	12:36	Super Loki-Dart	I	535 DYSLD-9010		2	5	22:14	Super Loki-Dart	V
466 SLW-7812		2	13	12:31	Super Loki-Dart	I	536 DYSLD-9011		2	8	21:12	Super Loki-Dart	V
467 IT-SIB-7801		6	28	4:00	INTA-300	D	537 DYSLD-9012		2	12	21:10	Super Loki-Dart	V
468 SLW-7813		7	17	11:31	Super Loki-Dart	I	538 DYSLD-9013		2	15	21:34	Super Loki-Dart	V
469 SLW-7814		7	17	12:27	Super Loki-Dart	I	539 DYSLD-9014		2	19	21:35	Super Loki-Dart	V
470 SLW-7815		7	18	14:12	Super Loki-Dart	I	540 DYSLD-9015		2	22	21:13	Super Loki-Dart	V
471 SLW-7816		7	26	11:31	Super Loki-Dart	I	541 DYSLD-9016		2	26	21:30	Super Loki-Dart	V
472 SLW-7817		8	4	11:44	Super Loki-Dart	I	542 DYSLD-9017		3	1	21:18	Super Loki-Dart	V
473 SLW-7818		8	18	11:36	Super Loki-Dart	I	543 DYSLD-9018		3	1	22:03	Super Loki-Dart	V
474 SLW-7819		10	18	11:45	Super Loki-Dart	I	544 DYSLD-9019		3	5	22:20	Super Loki-Dart	V
475 PSU/P.217E	1979	9	24	5:32	Petrel 2	R	545 DYSLD-9020		3	8	21:15	Super Loki-Dart	V
476 PSU/P.218E		10	3	18:42	Petrel 2	R	546 DYSLD-9021		3	12	21:29	Super Loki-Dart	V
477 NA/FL-8001	1980	12	16	12:49	Nike-Apache	G	547 DYSLD-9022		3	15	21:14	Super Loki-Dart	V
478 NA/FL-8002		12	18	11:44	Nike-Apache	G	548 MZ-9001	1990	10	17	11:33	INTA-100	D
479 IT-P4-8101	1981	2	18	11:12	INTA-300	D	549 MZ-9002		10	21	12:42	INTA-100	D
480 SLD-8101		11	25	14:43	Super Loki-Dart	T	550 MZ-9003		10	22	11:58	INTA-100	D
481 SLD-8102		12	16	14:34	Super Loki-Dart	T	551 RP-9101	1991	1	18	12:13	INTA-100	D
482 FOCCA 1-1/81		12	19	20:00	Petrel 1	S	552 RP-9102		1	18	14:00	INTA-100	D
483 SLD-8103		12	22	14:40	Super Loki-Dart	T	553 RP-9103		10	14	12:15	INTA-100	D
484 SLD-8201	1982	1	8	14:02	Super Loki-Dart	T	554 RP-9104		10	15	12:30	INTA-100	D
485 SLD-8202		1	18	14:16	Super Loki-Dart	T	555 RP-9201	1992	4	7	10:25	INTA-100	D
486 SLD-8203		1	20	14:29	Super Loki-Dart	T	556 RP-9202		4	8	12:01	INTA-100	D
487 SLD-8204		1	27	14:23	Super Loki-Dart	T	557	1993	10	21	1:46	INTA-300 B	W
488 SLD-8205		2	5	14:23	Super Loki-Dart	T	558	1994	4	16	1:22	INTA-300 B	W
489 SLD-8206		2	8	14:18	Super Loki-Dart	T							
490 SLD-8207		2	15	14:42	Super Loki-Dart	T							

Tabla 4. (1/4) Vuelos Transmediterráneos. (1979-2002)

Núm.	Año	Vuelo	Experiencia: Denominación (si es diferente a la del vuelo), grupo científico, objetivos
1	1977	TECHNO	CNES: Experiencia Tecnológica.
2		PAM	Grupo italiano. Experiencia de astronomía en radiación X. Radiación cósmica. INTA-Conie (Grupos Científicos de la Conie). Medición de partículas de origen cósmico usando emulsión sensible.
3	1978	PAF	Palermo. Grupo italiano de Física Cósmica. Radiación X de diversas fuentes (<i>Cisne, Hércules</i>)
4		AGLAE	Florence. IROE. Medida espectral de la temperatura de la radiación cósmica.
5		FRASCATI	Grupo francés (CESR, CEN, y LPSP y otros colaboradores). Estudio del disco de la galaxia en el dominio infrarrojo
6		CESAR-CLEOPATRA	Diversos laboratorios italianos. Estudio de la radiación X en diversas regiones celestes. Cesar. CESR y CEN. Estudio de la radiación X de diversas fuentes (<i>Cangrejo, Cisne y Hércules</i>).
7		CELMENE	Cleopatra. Grupo de investigación biológica Comportamiento de organismos vivos (mosca, artemia salina, tabaco) a la radiación cósmica
8	1979	NAUSICAA II	Grupo de laboratorios italianos. Estudio fuentes galácticas y extragalácticas en el dominio de la radiación X. Paramedics. Grupos de investigación biológica. Efectos de la radiación cósmica sobre organismos unicelulares. Granos. Grupos de investigación biológica. Efectos somáticos y genéticos de la radiación cósmica en los vegetales. Drosophila. Grupos de investigación biológica. Efectos genéticos de la radiación cósmica sobre la drosophila melanogaster. Artemia. Grupos de investigación biológica. Efectos biológicos de la radiación cósmica sobre el huevo de artemia salina. Ozono. CNRS (Servicio de Aeronautia). Medida del contenido de ozono en la alta atmósfera. Techno. CNES. Ensayos tecnológicos en vuelo de teledruida PCM y piloto automático.
9	1980	ULYSSE	IROE. Isotopometría infrarroja.
10		NAUSICAA III	Paramedics. Grupos de investigación biológica. Efectos de la radiación cósmica sobre cultivos de paramedics. Granos. Grupos de investigación biológica. Efectos somáticos y genéticos de la radiación cósmica en granos de arena y plantas de tabaco. Artemia. Grupos de investigación biológica. Efectos biológicos de la radiación cósmica sobre el huevo de artemia salina.
11		ENEA	Vision. Grupos de investigación biológica. Efectos de la radiación cósmica sobre los sistemas visual y vestibular de las ranas. Eolo. INTA-Conie. Contenido de ozono en la alta atmósfera, usando cien testigos de cambios de coloración. Experimentadores italianos. Experiencia de astronomía en el dominio de los rayos X.
12	1981	CLYTONEE	Cytos. Grupos de investigación biológica. Calibración de experiencias biológicas realizadas a bordo del Salyuz 6 con cultivos de paramedics. Granos. Grupos de investigación biológica. Efectos somáticos y genéticos de la radiación cósmica sobre plantas jóvenes de tabaco. Eolo. INTA-Conie. Contenido de ozono en la alta atmósfera, usando cien testigos de cambios de coloración.
13		MINIZEBRA	Radiación cósmica. INTA-Conie. Medición de partículas de origen cósmico usando emulsión sensible.
14		POKER	Itesse, IAS e Ifcfr. Astronomía en el dominio de la radiación gamma.
15		ULYSSE	Experimentadores italianos. Experiencia de astronomía en el dominio de los rayos X.
16		ENEA	IROE. Experiencia de astronomía infrarroja. Diversos laboratorios italianos. Experiencia de astronomía en el dominio de los rayos X.

Tabla 4. (2/4) Vuelos Transmediterráneos. (1979-2002)

Núm.	Año	Vuelo	Experiencia. Denominación (si es diferente a la del vuelo), grupo científico, objetivos
17	1982	ALIOS	Cyots. Estudio de la cinética de proliferación de cultivos de paramécios. Granos. Grupos de investigación biológica. Efectos somáticos y genéticos de la radiación cósmica sobre plantas jóvenes de tabaco. Artemia. Grupos de investigación biológica. Efectos biológicos de la radiación cósmica sobre el huevo de artemia salina. Tegumento. Grupos de investigación biológica. Sensibilidad radiobiológica del sistema piloso del ratón a la radiación cósmica. Barco. Universidad Autónoma de Barcelona. Experiencia astronómica para el estudio de flujos de iones pesados primarios. ETE. Experiencia de aeronomía para la medida de la temperatura estratosférica. Eolo. INTA-Conie. Contenido de ozono en la alta atmósfera, usando cien testigos de cambios de coloración. Grupo italiano. Astronomía en el dominio infrarrojo. Instituto de Física de Roma. Estudio de astronomía infrarroja sobre la polarización del fondo cósmico. Itesre (luego Itesre). Experiencia de astronomía en el dominio de los rayos X entre 20 y 200 KeV.
18	1983	TIFANI	Cyots. Estudio de la cinética de proliferación de cultivos de paramécios. Granos. Grupos de investigación biológica. Efectos somáticos y genéticos de la radiación cósmica sobre plantas jóvenes de tabaco. Bacterias. Grupos de investigación biológica. Estudio infraestructural de las bacterias sometidas a radiación cósmica. IROE. Distribución espacial del polvo interestelar en diversas longitudes de onda. Boost Camera. Itesre, de Bolonia. Estudio de la radiación gamma entre 50 y 300 KeV
19		ARGO	
20		PHOSWICH	
21	1983	ALIOS II	Cyots. Estudio de la cinética de proliferación de cultivos de paramécios. Granos. Grupos de investigación biológica. Efectos somáticos y genéticos de la radiación cósmica sobre plantas jóvenes de tabaco. Bacterias. Grupos de investigación biológica. Estudio infraestructural de las bacterias sometidas a radiación cósmica. IROE. Distribución espacial del polvo interestelar en diversas longitudes de onda. Boost Camera. Itesre, de Bolonia. Estudio de la radiación gamma entre 50 y 300 KeV
22	1984	TELEMAQUE	Cyots. Grupos de investigación biológica. Resistencia de las bacterias a los antibióticos (complementario al realizado a bordo del <i>Salyut 7</i>). Granos. Grupos de investigación biológica. Efectos somáticos y genéticos de la radiación cósmica sobre plantas jóvenes de tabaco. Geotropismo. Facultad de Ciencias Pierre y Marie Curie, de París, y otros. Efectos de la radiación cósmica sobre raíces de lentejas (calibración para experiencia a bordo de la lanzadera espacial americana). Campo magnético. Instituto de la Física del Globo, de París. Medición del campo magnético terrestre. ETE. INTA-Conie. Experiencia de aeronomía para la medida de la temperatura estratosférica. Paola. CNES. Experiencia tecnológica para toma de vistas del globo en vuelo. IAS. Estudio de la radiación X entre 20 y 200 KeV Instituto de Física de Roma. Estudio de astronomía infrarroja sobre la polarización del fondo cósmico. IROE. Distribución espacial del polvo interestelar en diversas longitudes de onda.
23		ELENA	
24	1984	ALIOS	Cyots. Grupos de investigación biológica. Resistencia de las bacterias a los antibióticos (complementario al realizado a bordo del <i>Salyut 7</i>). Granos. Grupos de investigación biológica. Efectos somáticos y genéticos de la radiación cósmica sobre plantas jóvenes de tabaco. Geotropismo. Facultad de Ciencias Pierre y Marie Curie, de París, y otros. Efectos de la radiación cósmica sobre raíces de lentejas (calibración para experiencia a bordo de la lanzadera espacial americana). Campo magnético. Instituto de la Física del Globo, de París. Medición del campo magnético terrestre. ETE. INTA-Conie. Experiencia de aeronomía para la medida de la temperatura estratosférica. Paola. CNES. Experiencia tecnológica para toma de vistas del globo en vuelo. IAS. Estudio de la radiación X entre 20 y 200 KeV Instituto de Física de Roma. Estudio de astronomía infrarroja sobre la polarización del fondo cósmico. IROE. Distribución espacial del polvo interestelar en diversas longitudes de onda.
25	1985	POKER	Cyots. Experiencias tecnológicas (Calificación globo de 600.000 metros cúbicos y cabestrante para carga colgada. Albedómetro. CNES. Medida del flujo solar reflejado en la superficie marina. Imperial College de Londres. Experiencia de astronomía en la radiación X. IAS y Universidad de Tübingen. Experiencia de astrofísica en la radiación X entre 20 y 200 KeV.
26		ARGO	
27		TELEMAQUE	
28	1985	NAUSICAA	Cyots. Experiencias tecnológicas (Calificación globo de 600.000 metros cúbicos y cabestrante para carga colgada. Albedómetro. CNES. Medida del flujo solar reflejado en la superficie marina. Imperial College de Londres. Experiencia de astronomía en la radiación X. IAS y Universidad de Tübingen. Experiencia de astrofísica en la radiación X entre 20 y 200 KeV.
29		POKER	

Tabla 4. (3/4) Vuelos Transmediterráneos. (1979-2002)

Núm.	Año	Vuelo	Experiencia: Denominación (si es diferente a la del vuelo), grupo científico, objetivos
30	1986	ALIOS	<p>Cyots II. Laboratorio de Biología Médica, de Toulouse. Crecimiento bacteriano bajo la radiación cósmica (complementario al realizado a bordo de un satélite).</p> <p>Geotropismo. Laboratorio de Citología y Morfogenesis Vegetal, de Paris. Efectos de la radiación cósmica sobre raíces (preliminar a un vuelo en satélite).</p> <p>Plántulas. Laboratorio de Biogeografía de Toulouse. Estudios sobre plantas jóvenes de tabaco.</p> <p>Linfocitos. Laboratorum für Biochemie, de Zurich. Estudio de modificaciones de adherencia en los linfocitos.</p> <p>Campo Magnético. Instituto de la Física del Globo, de Paris. Anomalías en el campo magnético terrestre.</p> <p>ETE. INTA-Conie. Medida de la temperatura estratosférica.</p> <p>UV. INTA-Conie. Medida de la radiación ultravioleta en la banda de 310 a 385 nm.</p> <p>IAS. Universidad de Palermo, Icai, CESR y CEA. Experiencia astronómica en los rayos gamma de media energía.</p> <p>Instituto de Astrofísica de Milán, IAS y Universidad de Southampton. Experiencia de astrofísica en la radiación X entre 10 y 300 KeV.</p>
31	1987	FIGARO	<p>BTS. CNES. Balance térmico estratosférico.</p> <p>Micrab. CNES. Experiencia tecnológica de monitorización del vuelo en su ascenso con distintos medios.</p> <p>Balance de Radiación. Laboratorio de Óptica Atmosférica, de Lille. Balance radiactivo al nivel de vuelo y correlación entre estas medidas y las obtenidas por el satélite ERBE.</p> <p>GPS. CNES-CNR-INTA. Ensayo en vuelo de un receptor de localización.</p> <p>Instituto de Astrofísica de Milán, IAS y Universidad de Southampton. Experiencia de astrofísica en la radiación X entre 10 y 300 KeV.</p> <p>Instituto de Física de Roma. Estudio de astronomía infrarroja sobre la polarización del fondo cósmico.</p> <p>Grupo de varios laboratorios franceses. Experiencia de astronomía en el infrarrojo.</p>
32		PALLAS	
33		THÉMIS	
34	1989	PALLAS	<p>INTA y Observatorio del Ebro. Experiencia geofísica para determinación de componentes del campo eléctrico terrestre.</p> <p>Universidad La Sapienza, de Roma, Caismi, IROE e IAS. Experiencia de Astronomía Infrarroja para el estudio del plano galáctico y de la anisotropía del fondo del cielo en diversas longitudes de onda.</p>
35		ARGO	
36		AROME	
37	1990	ALIADA	<p>CESR, LPSP e IAP . Experiencia de astronomía en el infrarrojo medio y próximo.</p> <p>CESR, CEA, Icai, IAS y Université La Sapienza, de Roma. Observación de la nebulosa del Cangrejo y la región del Cisne.</p> <p>CNES e INTA. Experiencia tecnológica con videocámaras, sistemas fotográficos y acelerómetros, para datos del vuelo.</p> <p>ETER. INTA. Estudio de la radiación ultravioleta y de los componentes atmosféricos</p> <p>Fluxmetre. CNES. Radiación solar de corta longitud de onda</p> <p>TM-L. CNES. Evaluación de sistema de telemetría en banda L.</p> <p>Itesre. Experiencia de astronomía infrarroja para medida de radiación local y extragaláctica entre 2 y 5 micrones.</p> <p>INTA y Observatorio del Ebro. Estudios del campo eléctrico terrestre.</p> <p>Universidad de Washington. Dispositivo de detección de relámpagos y predicción de tormentas</p> <p>CNES. Medida de temperatura exterior.</p>
38		MINI-TIR	
39		AROME	
40	1991	FIGARO	<p>CNES. Ensayo tecnológico de telemetría y telemando y de su compatibilidad radioeléctrica con el GPS.</p>
41		THÉMIS	
42		TRIP-EPEOS	
43	1991	ILIADA	
44		ETNA	
45			

Tabla 4. (4/4) Vuelos Transmediterráneos. (1979-2002)

Núm.	Año	Vuelo	Experiencia: Denominación (si es diferente a la del vuelo), grupo científico, objetivos
45	1992	AROME	CESR, LPSP e IAP . Experiencia de astronomía en el infrarrojo medio y próximo.
46		LAPEX	Itesre, IAS y CESR. Experiencia de astronomía para observación de fuentes galácticas y extragalácticas entre 20 y 30 KeV.
47	1993	ARGO	Universita la Sapienza, de Roma, Calsmi, IROE e IAS. Experiencia de Astronomía Infrarroja para estudio del fondo del cielo.
48	1995	PALLAS	CNR (Instituto de Física Cósmica). Telescopio de gran área sensible, operando entre 20 y 300 KeV, para el estudio de la variabilidad temporal de las fuentes celestes, particularmente en los núcleos activos de las galaxias.
49		SQM	CNR, Instituto de Cosmofisica de Turin, Universidad de Turin e Instituto para la investigación de Rayos Cósmicos de Tokio. Estudio de los núcleos con características asociables al SQM (Strange Quark Matter) o materia Quark extraña.
50	1997	SQM	(Similar al anterior)
51	1999	COBY II	Baby II. Ifcai. Experimento de astronomía para determinación del fondo ultravioleta.
52		ARCHEOPS	Cace. Itesre. Medida del flujo de los componentes de los núcleos de los rayos cósmicos.
53		SAFIRE B	Cosmic Bread. Universidad de Roma. Efectos de los rayos cósmicos sobre células eucarióticas.
			Nemo. INFN. Estudio del flujo neutrónico de la radiación cósmica y de la distribución del ozono en la troposfera y en la estratosfera Crbt (hoy IN-MCBT), JPL, QMWC y Universidad la Sapienza de Roma. Experiencia astronómica para el estudio del fondo cósmico, mediante el estudio del mapa parcial en las regiones milimétrica y submilimétrica.
			IROE. Ensayo y calibración del instrumento HFI, luego volado en vuelos más largos, a usar en el satélite Planck
			IROE. Determinación de los perfiles verticales de determinados constituyentes atmosféricos menores, en la Cuenca Mediterránea
			IROE: Estudio comparativo del instrumento Mipras, a ser integrado en el satélite Envisat.
			IEE de Cataluña (CSIC). Estudios de la contaminación radioeléctrica y sus efectos sobre los sistemas GPS.
54	2000	BIRBA	Diversos centros Italianos coordinados por el Istituto de Acidi Nucleici. Once experiencias biológicas para el estudio de los efectos de las radiaciones cósmica, UV y X sobre distintos microorganismos.
55	2001	BIRBA I	(Similar al anterior).
56	2002	BIRBA II	(Similar al anterior).
57		BABY-CACTUS	Baby (Background Bypass). IFCAI. Experiencia de astronomía.
58		SAFIRE B	Cactus (Compact Array of CdTe Spectrometer). Itesre.
			IROE. Determinación de los perfiles verticales de determinados constituyentes atmosféricos menores, en la Cuenca Mediterránea.

Tabla 5. Aviones Blanco Operados (1992-2008)

TIPO	Primer vuelo	Vuelos	Armas utilizadas
ALBA	10-oct-97	413	<i>Cañón, Hawk, Mistral, Roland</i>
Banshee	06-nov-95	332	<i>Aspide, Hawk, IRIS-T, Mistral, RAM, Roland, Patriot, Stinger, Sparrow</i>
Mirach	10-mar-92	138	<i>Aspide, Hawk, Mistral, RAM, Roland, Stinger, Sparrow, Sea Sparrow</i>
Scrab 1	07-nov-01	108	<i>Aspide, Hawk, Mistral Roland</i>
Scrab 2	27-may-05	18	<i>Aspide, Hawk, IRIS-T, Roland, Sparrow</i>
Voodoo	08-jun-07	4	<i>Patriot</i>
TOTAL		1013	
Nota: No se incluyen los vuelos experimentales de SIVA, ALO y ALBA ni los desarrollos realizados por la firma Selex Galileo.			

Tabla 6. Ensayos de misiles realizados (1992-2008)*

Misil	Ensayos
Amraam	16
Aspide	104
Hawk	96
IRIS-T	5
Mistral	520
RAM	8
Roland	130
Sidewinder	80
Sparrow y Sea Sparrow	40
Standard	80
Stinger	250
TOTAL	1329

* Cifras estimadas

Acrónimos

AERONET	AErosol Robotic NETwork
ALBA	Avión Ligero Blanco Aéreo
ALO	Avión Ligero de Observación
AMA	Antartic Middle Atmosphere
AMRAAM	Advanced Medium Range Air-to-Air Missile
ASI	Agenzia Spaziale Italiana
ATMAP	Atmospheric Tides Middle Atmosphere Program
BAC	British Aircraft Corporation Ltd.
BAe	British Aerospace
BAJ	Bristol AeroJet
BAL	Bristol Aerospace Limited
BAT	Blanco Aéreo Táctico
BTS	Balance Térmico Estratosférico
BWB	Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung
CAERCEM	Centro Argentino de Estudios de Radiocomunicaciones y Compatibilidad ElectroMagnética
CAICYT	Comisión Asesora de Investigación Científica Y Técnica
CASA	Construcciones Aeronáuticas, S. A.
CCT	Comité Científico Técnico (de la CONIE)
CCTV	Circuito Cerrado de TeleVisión
CEA	Centro de Experimentación de Aeronaves
CEA	Commisariat à l'Énergie Atomique (Francia)
CEDEA	Centro de Experimentación De El Arenosillo
CEDEA	Centro Experimental De El Arenosillo (denominación antigua)
CEL	Centre d'Essais des Landes
CEN	Centre d'Études Nucleaires (Francia)
CESR	Centre d'Etudes Spatiales des Rayonnements
CGMAA	Cuartel General del Mando de Artillería AntiAérea
CIF	Centro de Investigaciones Físicas Torres Quevedo
CIRA	Cospar International Reference Atmosphere
CLAEX	Centro Logístico de Armamento y EXperimentación
CNES	Centre National d'Etudes Spatiales
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CONIE	COmisión Nacional de Investigación del Espacio
COPERS	COmission Préparatoire Européenne des Recherches Spatiales
COSPAR	COmmittee on SPACE Research
CPA	Correlación de Parámetros Atmosféricos
CRM	Control and Record Module
CRTBT	Centre de Recherche sur les Tres Basses Temperatures (Grenoble, Francia)
CSE	Calentamiento Súbito Estratosférico

CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
DFVLR	Deutsche Forschungs-und Versuchsanstalt für Luft-und Raumfahrt
DGAM	Dirección General de Armamento y Material
DIGENIN	Dirección GENeral de INfraestructura
DLR	Deutsches zentrum für Luft-und Raumfahrt
DOVAP	DOppler Velocity And Position
DRME	Direction des Recherches et Moyens d'Essais
DS	Dornier Systems
DYANA	DYnamics Adapted Network for the Atmosphere
EADA	Escuadrilla de Apoyo al Despliegue Aéreo
EEAA	Estudios de Emisión y Absorción Atmosféricas
ELDO	European Launcher Development Organization
EMACON	Estado MAyor CONjunto
ERS	European Remote Sensing satellite
ESA	European Space Agency
ESAt	Estación de Sondeos Atmosféricos
ESRO	European Space Research Organization
ETE	Experiencia de Temperatura Estratosférica
EXAMETNET	EXperimental inter American METheorological rocket NETwork
EXPAL	EXPlosivos ALaveses
FAMET	Fuerzas AeroMóviles del Ejército de Tierra
FAS	Fuerzas ArmadaS
FFAR	Folding-Fin Aircraft Rocket
FMCW	Frequency Modulation Continuous Wave
FOCCA	FOtómetro de Cuatro CAnales
GBR	Ground based, Balloon and Rocket borne experiments
GLOBUS	GLObal BUDget of Stratospheric trace constituents
GPS	Global Positioning System
GSFC	Goddard Space Flight Center
GSOC	German Space Operations Center
HAPS	Hidrazine Auxiliary Propulsion System
HASA	Hispano Aviación, S. A.
HASP	High Altitude Sounding Projectile
HF	High Frequency
HSD	Hawker Siddeley Dynamics
IAA	Instituto de Astrofísica de Andalucía
IAC	Instituto de Astrofísica de Canarias
IAP	Institut d'Astrophysique de Paris
IAS	Istituto Astrofisica Spaziale (Frascati, Italia)
IAS	Institut d'Aeronomie Spatiale (Bélgica)
IEE	Instituto de Estudios Espaciales
IFCAI	Istituto di Fisica Cosmica e Applcazioni all' Informatica (Palermo, Italia)

IFCTR	Istituto di Fisica Cosmica e Tecnologie Relative (Italia)
IGC	Instituto Geográfico y Catastral
IN-MCBT	Institut Néel - Matière Condensée et Basses Temperatures
INFN	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
INI	Instituto Nacional de Industria
INM	Instituto Nacional de Meteorología
INTA	Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
IPW	Institute für Phisikalische Weltraumforschung
IR	InfraRojos
IRIG	Inter Range Instrumentation Group
IRIS-T	Infra Red Imaging System-Tail
IROE	Istituto di Ricerca sulle Onde Elettromagnetiche
ITESRE	Istituto Tecnologie E Studio Radiazioni Extraterrestri (Bologna, Italia)
ITOS	Improved Tiros Operational Satellite
JEN	Junta de Energía Nuclear
JPL	Jet Propulsion Laboratory (Pasadena, EEUU)
LANCO	LANza COhetes
LIDAR	Light Detection And Ranging
LPSP	Laboratoire de Physique Stellaire et Planetaire
LSET	Laboratorio de Sistemas de Energía Terrestre
MAN	Maschinenfabrik Augsburg-Nurnberg
MAP	Middle Atmosphere Program
MBB	Messerschmit-Bölkow-Blohm
MDI	Miss Distance Indicator
MFCW	Multi Frequency Continuous Wave
MORABA	MOBILE RAKetenBASis
MOU	Memorandum Of Understanding
MPE	Max Planck institut für Extraterrestrische physik
MPI	Max Planck Institute
MPI-A	Max Planck Institut für Astronomie
MRN	Metheorological Rocket Network
MSP	Multi Sensor Platform
MSSL	Mullard Space Science Laboratory
NAMFI	NATO Missile Firing Installation
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NDRE	Norwegian Defence Research Establishment
NOTAM	NOtice To AirMen
NSS	Nato Sea Sparrow
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OMM	Organización Meteorológica Mundial
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte
PAM	Pulse Amplitude Modulation

PCM	Pulse Code Modulation
PPI	Plan Position Indicator
PSN	Piano Spaziale Nazionale
QMWC	Queen Mary and Westfield College
QUB	Queen's University of Belfast
RADINT	RADar INTerferométrico
RAE	Real Academia Española
RAE	Royal Aircraft Establishment
RAM	Rolling Airframe Missile
RCS	Radar Cross Section
RDE	Rheinmetall Defence Electronics
RFA	República Federal de Alemania
RIR	Range Instrumentation Radar
ROCOB	ROcket OBservation
ROR	Range Only Radar
RPE	Rocket Propulsion Establishment
SCR	Sistemas de Control Remoto
SCRAB	SCR Avión Blanco
SERC	Science and Engineering Research Council
SIVA	Sistema Integrado de Vigilancia Aérea
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SPAR	Space - Processing Application Rocket
SQM	Strange Quark Mater
SRC	Science Research Council
STN	SystemTechnik Nord
TARCS	Three Axes Rate Control System
TIROS	Televisio Infra - Red Observation Satellite
TM	TeleMedida
TMA	Tri-Metil-Aluminio
TNT	Tri-Nitro-Tolueno (Trilita)
TRCC	Test Range Control Center
UERT	Unión de Explosivos Rio Tinto
USAF	United States Air Force
UV	UltraVioleta
VLf	Very Low Frequency
WFF	Wallops Flight Facility
WG	Working Group

Índice Institucional y Comercial

A

Academia de Ciencias de Moscú, **70**
Academia Militar de Ingenieros Aeronáuticos, **13**
Aeródromo de Son Bonet (Mallorca), **99**
Aeropuerto de Cagliari (Cerdeña, Italia), **99**
Aerosol Robotic Network (Aeronet), **170**
Agencia Espacial Europea (ESA), **139**
Agencia Estatal de Meteorología, **15**
Agenzia Spatiale Italiana (ASI), **103**
Appleton and Rhuterdorf Laboratory (Reino Unido), **96, 99, 108, 111, 112, 113, 115, 156**
Área de Coordinación y Potenciación (INTA), **144, 175**
Área de Energías Renovables (INTA), **172**
Área de Investigación e Instrumentación Atmosférica (INTA), **170**
Área de Motores Cohete, Misiles y Sistemas de Armas (INTA), **151, 152**
Arenosillo, El, **5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 60, 61, 62, 65, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 162, 165, 170, 172**
Armada Española, **82, 117, 136, 144, 148, 156, 158, 162, 164, 166**
Asociación Española de Astronáutica, **9**

B

BAE Systems (Florida, USA), **139**
Base Aérea de Armilla (Granada), **101**
Base Aérea de Eglin (Florida, USA), **138**
Base Aérea de Jerez, **81**
Base Aérea de León, **156**
Base argentina Vicecomodoro Marambio (Antártida), **137**
Base de Colombe-Bechar (Sahara), **14**
Base española de la isla Livingston (Antártida), **137**
Base di Lancio di Palloni Estratosferici Luigi Broglio (Sicilia, Italia), **99**
Base Naval de Rota, **41**
Base de Trapani (Sicilia, Italia), **98, 102**
Bell Telephone Laboratories (USA), **62**
Brigada de Artillería del Estrecho, **117**
Bristol Aerojet (BAJ, Reino Unido), **12, 20, 28, 41, 48, 77, 85, 90, 111, 118, 135, 152**
Bristol Aerospace Limited (BAL, Winnipeg, Canadá), **97**
British Aerospace (BAe, Reino Unido), **81, 139**

British Aircraft Corporation Ltd, (BAC, Reino Unido), **80, 84, 97**

Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung (BWB, Alemania), **144, 148**

C

Campamento Militar de El Picacho, **159, 168**

Campo de Lanzamiento de Andoya, **143**

Campo de Lanzamiento de Balasore (India), **143**

Campo de Lanzamiento de Cold Lake (Canadá), **143**

Campo de Lanzamiento de El Arenosillo (**Véase El Arenosillo**)

Campo de Lanzamiento de Fort Churchill (Canadá), **37, 58, 62**

Campo de Lanzamiento de Heiss Island (URSS), **143**

Campo de Lanzamiento de Kiruna (Suecia), **61, 62, 136, 143**

Campo de Lanzamiento de Mar Chiquita (Argentina), **37**

Campo de Lanzamiento de Natal (Brasil), **37, 53**

Campo de Lanzamiento de las Outer Hebrides (Reino Unido), **12, 49, 124**

Campo de Lanzamiento de Point Barrow (Alaska, USA), **62**

Campo de lanzamiento de Ryori (Japón), **143**

Campo de Lanzamiento de Uchinora (Japón), **143**

Campo de Lanzamiento de Volgograd (Rusia), **143**

Campo de Lanzamiento de Zingst (Alemania), **143**

Campo de Tiro de la Isla de Levante (Francia), **11**

Campo de Tiro del Médano del Loro, **21, 117, 144, 150**

Campo de Tiro de Meppen (Alemania), **146**

Centre d'Essais des Landes (CEL, Francia), **126, 127, 143**

Centre d'Études Nucleaires (CEN, Francia), **180**

Centre d'Études Spatiales des Rayonnements (CESR, Francia), **180, 182, 183**

Centre National d'Études Spatiales (CNES, Francia), **25, 55, 57, 72, 74, 75, 88, 98,**

99, 103, 104, 106, 114, 126, 156, 175, 180, 181, 182

Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS, Francia), **74, 126, 180**

Centro Argentino de Estudios de Radiocomunicaciones y Compatibilidad Electromagnética (Caercem), **142**

Centro de Experimentación de Aeronaves (CEA, INTA), **153, 154**

Centro de Experimentación de El Arenosillo (CedeA, INTA), **6, 102, 135, 137, 138,**

139, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 156, 157,

158, 159, 160, 162, 163, 164, 165, 167, 168, 170

Centro de Globos de Aire-sur-l'Adour, **99, 124, 126, 127**

Centro de Investigaciones Físicas (CIF) Torres Quevedo, **72, 74, 107, 114, 115**

Centro de Lanzamiento de Kourou (Guayana Francesa), **140**

Centro Experimental de El Arenosillo (**Véase Centro de Experimentación de El Arenosillo**)

Centro Logístico de Armamento y Experimentación (Claex), **158, 160, 162**

Centro Nacional de Investigaciones Meteorológicas de Toulouse (Francia), **130**

Comandancia de Marina de Soler (Mallorca), **104**

Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA, Francia), **182**

Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (Caicyt), **79**

Comisión Nacional de Investigación del Espacio (Conie), **8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 38, 39, 40, 43, 45, 47, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 60, 61, 62, 68, 72, 73, 74, 75, 78, 79, 88, 98, 99, 103, 106, 111, 113, 114, 117, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 128, 134, 135, 155, 175, 180, 181, 182**

Comisión Preparatoria Europea de Investigaciones Espaciales (Copers), **17**

Comité Científico Técnico (CCT, Conie), **8, 9, 10, 11, 15, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 45, 47, 51, 53, 55, 57, 58, 60, 61, 72**
 Comité Ejecutivo de la Conie, **73, 75, 123**
 Committe on Space Research (Cospar), **54, 57, 58, 61, 70, 71, 76, 129**
 Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), **72, 107, 119, 151, 183**
 Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR, Italia), **98, 99, 103, 104, 126, 182, 183**
 Construcciones Aeronáuticas, S. A. (CASA), **74, 107, 114, 115, 132**

D

Departamento de Aerodinámica y Propulsión (INTA), **172**
 Departamento de Armamento (INTA), **90, 115, 116, 117, 119, 120, 128**
 Departamento de Equipo y Armamento (INTA), **9, 15, 21, 27, 31, 32, 88**
 Departamento de Estudios Avanzados (INTA), **9, 11**
 Departamento de Física Atmosférica de la Universidad de Washington (USA), **138**
 Departamento de Física de la Universidad de Wuppertal, **126, 141**
 Departamento de Materiales (INTA), **9**
 Departamento de Motopropulsión (INTA), **11**
 Departamento de Programas Aeronáuticos (INTA), **163**
 Departamento de Sistemas de Armas y Equipos (INTA), **137, 138, 139, 140, 145, 151**
 Departamento de Teledetección y Aeronomía (INTA), **170**
 Departamento de Vehículos Aeroespaciales (INTA), **11**
 Deutsche Forschungs-und Versuchsanstalt für Luft-und Raumfahrt (Dfvlr, Alemania), **77, 78, 79, 81, 84, 85, 91, 93, 96, 105, 106, 132, 136, 155**
 Deutsches zentrum für Luft-und Raumfahrt (DLR, Alemania), **79**
 Dirección General de Armamento y Material (DGAM), **136, 137**
 Dirección General de Infraestructura (Digenin), **137**
 Dirección General del INTA, **136, 144**
 Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial, **22, 60**
 Direction de Recherches et Moyens d'Essais (DRME, Francia), **10**
 División de Motores y Energía (INTA), **151**
 Dornier, **56, 81, 91, 96, 105, 147, 175**
 Douglas Aircraft, **62**

E

Ejército del Aire, **17, 24, 35, 51, 100, 101, 143, 147, 156, 161, 162, 166**
 Ejército de Tierra, **21, 136, 144, 147, 155, 157, 160, 161**
 Escuadrilla EADA, **162**
 Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos (UPM, Madrid), **11, 13**
 Esrange (Suecia), **105**
 Estación auxiliar de Rosal de la Frontera (Huelva), **109, 112**
 Estación destacada en La Breva (El Puerto de Santa María, Cádiz), **72, 74**
 Estación destacada en Palma de Mallorca, **99**
 Estación de Energía Solar (INTA), **113, 114, 124, 125, 127, 132, 135, 172**
 Estación Espacial de Madrid, **11**
 Estación de Maspalomas, **10, 114**
 Estación de Sondeos Atmosféricos (ESAt, INTA), **70, 77, 95, 109, 124, 125, 127, 132, 135, 161, 165, 170, 171**
 Estación de Sondeos Atmosféricos de Cagliari-Elmas (Francia), **127**
 Estación de Sondeos Atmosféricos de Haute Provence (Francia), **127**

Estación de Sondeos Atmosféricos de Hohenpeissenberg (Alemania), **127**
Estación de Sondeos Atmosféricos de Uccles (Francia), **127**
Estado Mayor del Aire, **121**
Estado Mayor Conjunto (Emacón), **137**
European Space Agency (ESA), **17, 139**
European Space Research Organization (ESRO), **9, 10, 17, 57, 61, 81, 90**
Experimental inter American Metheorological Rocket Network (Exametnet), **70, 71, 76**
Explosivos Alaveses (EXPAL), **164**

F

Facultad de Ciencias Pierre y Marie Curie (París, Francia), **181**
Federación Aeronáutica Internacional, **8**
Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra (FAMET), **105**

G

Galileo Aviónica, **147, 165**
Geoslerl Stratwarm, **61**
German Space Operations Center (GSOC), **81, 91**
Globe Exploration, (El Paso, Texas, USA), **53**
Goddard Space Flight Center (GSFC, USA), **53, 63, 170**
Grupo de Artillería Antiaérea de Misiles SAM Patriot-Hawk, **164**
Grupo Científico de Meteorología (INTA-Conie), **124, 126, 136**
Grupo de Ionosfera (Conie), **109**
Grupo Mixto de Misiles del Regimiento número **74, 117**
Guardia Civil, **22, 26, 31, 34, 48, 125, 135, 166**

H

Hawker Siddeley Dynamics (HSD, Reino Unido), **20, 87**
Hispano Aviación, S. A. (HASA), **106**

I

Imperial College (Londres, Reino Unido), **181**
Indra, **162**
Inisel, **137, 138**
Institut d'Aeronomie Spatiale (IAS, Bélgica), **58, 72, 73, 75, 125, 126**
Institut d'Astrophysique de Paris (IAP, Francia), **182, 183**
Institut Néel - Matière Condensée et Basses Temperatures (IN-MCBT, Francia), **183**
Institut Royal Météorologique, **126**
Institute of Space Studies de la Universidad de Saskatchewan (Canadá), **117**
Instituto Abdera (Adra, Almería), **139**
Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA, Granada), **5, 116, 117, 119, 120, 124, 126, 134, 141, 151, 152, 153**
Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), **117**
Instituto de Astrofísica e Investigación Extraterrestre de la Universidad de Bonn (Alemania), **95**
Instituto de Astrofísica de Milán, **182**
Instituto de Biología de la Universidad de Frankfurt (Alemania), **56**
Instituto de Cosmogeofísica de Turín (Italia), **183**
Instituto de Estudios Espaciales (IEE, CSIC, España), **183**
Instituto de Física Cósmica del CNR (Italia), **182, 183**

Instituto de Física de Freiburg im Breisgau (IPW, Alemania), **93, 95**
 Instituto de Física del Globo (París, Francia), **181, 182**
 Instituto de Física de Roma (Italia), **181, 182**
 Instituto de Física de la Universidad de Bonn (Alemania), **93**
 Instituto Geográfico y Catastral (IGC), **74**
 Instituto para la Investigación de Rayos Cósmicos (Tokio, Japón), **183**
 Instituto de Meteorología de Berlín (Alemania), **126**
 Instituto Meteorológico de la Universidad de Munich (MIUM, Alemania), **93**
 Instituto Nacional de Industria (INI), **15**
 Instituto Nacional de Meteorología (INM), **15, 108, 122, 136, 137, 141, 142, 175**
 Instituto Nacional de Meteorología y Geofísico de Portugal, **122**
 Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), **5, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 29, 31, 32, 35, 39, 45, 47, 49, 52, 53, 55, 56, 60, 63, 68, 71, 72, 74, 75, 77, 78, 79, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 93, 94, 95, 99, 103, 104, 106, 107, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 130, 131, 134, 135, 136, 137, 138, 141, 144, 146, 147, 148, 150, 151, 153, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 163, 164, 165, 169, 170, 175, 180, 181, 182**
 Instituto Oficial de Astrofísica (IOAS, Italia), **120**
 Instituto de Plasma en el Espacio (IPS, Italia), **120**
 Istituto de Acide Nucleici (Italia), **183**
 Istituto Astrofisica Spaziale (IAS, Frascati, Italia), **175, 181, 182, 183**
 Istituto de Fisica Cosmica e Tecnologie Relative (IFCTR, Italia), **180**
 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN, Italia), **183**
 Istituto di Ricerca sulle Onde Elettromagnetiche (IROE, Italia), **108, 109, 111, 112, 180, 181, 182, 183**
 Istituto Tecnologie e Studio Radiazioni Extraterrestri (Itesre, Bolonia, Italia), **180, 181, 182, 183**

J

Jefatura del Programa de Potenciación del Cedeá, **160**
 Jefatura de Programas para Campos de Tiro, **156, 160, 165**
 Jet Propulsion Laboratory (JPL, Pasadena, USA), **183**
 Junta de Andalucía, **124, 135, 170, 172**
 Junta de Energía Nuclear (JEN), **72**
 Junta de Métodos de Ensayo de la Armada, **117**

L

Laboratoire de Physique Stellair et Planetaire (LPSP, Francia), **180, 182, 183**
 Laboratorio de Biogeografía de Toulouse (Francia), **182**
 Laboratorio de Biología Médica de Toulouse (Francia), **182**
 Laboratorio de Citología y Morfogénesis Vegetal (París, Francia), **182**
 Laboratorio de Óptica Atmosférica de Lille (Francia), **182**
 Laboratorio de Programación e Interpretación de Experiencias Espaciales (INTA), **27**
 Laboratorio de Sistemas de Energía Terrestre (LSET, INTA), **114, 165, 172**
 Laboratorium für Biochemie (Zurich, Suiza), **182**
 Langley Research Center (NASA), **15**

M

Marconi (Reino Unido), **108, 112**

Marina alemana, **159**
Marina francesa, **11, 13**
Marina holandesa, **162**
Max Planck Institut für Aeronomie (MPI, Alemania), **25, 37, 51, 52, 55, 56, 57, 60, 64, 65, 68, 69, 71, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 88, 90, 91, 93, 107, 125, 136, 170, 175**
Max Planck Institut für Extraterrestrische Physik (MPE, Alemania), **80, 84, 96, 97**
Meggit Defence Systems (Reino Unido), **169, 170**
Messerschmit-Bölkow-Blohm (MBB, Alemania), **132, 138, 144, 146**
Meteor (Italia), **147, 149, 165**
Metheorological Rocket Network (MRN), **70**
Middle Atmosphere Program (MAP), **53, 122, 125, 127, 128, 136**
Ministerio de Agricultura, **28**
Ministerio de Ciencia y Tecnología de la RFA, **80**
Ministerio de Defensa alemán, **144, 148, 150**
Ministerio de Defensa español, **136, 137, 146**
Ministerio de Información y Turismo, **22**
Ministerio de Transportes y Comunicaciones, **15**
Mobile Raketenbasis (Moraba, Alemania), **6, 37, 78, 79, 81, 82, 83, 86, 91, 97, 107, 136**
Mullard Space Science Laboratory (MSSL, Reino Unido), **96**

N

National Aeronautics and Space Administration (NASA, USA), **9, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 31, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 43, 49, 51, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 68, 72, 73, 74, 76, 77, 88, 105, 106, 114, 115, 134, 147, 168, 170, 175**
National Physical Laboratory de la Universidad de Nuevo México, **53**
Nato Missile Firing Installation (Namfi, Creta, Grecia), **149, 150**
Norwegian Defence Research Establishment (NDRE, Noruega), **93**

O

Observatorio Astronómico de Madrid, **74**
Observatorio del Ebro, **25, 51, 52, 74, 88, 122, 132, 138, 139, 141, 142, 182**
Observatorio de la Marina (San Fernando, Cádiz), **72, 74, 94, 109, 112**
Observatorio Meteorológico de Albin-Schwaiger-Weg (Alemania), **126**
Observatorio de Rugby (Reino Unido), **110**
Oficina Central Meteorológica, **21**
Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), **100, 168**
Organización Meteorológica Mundial (OMM), **15, 17, 43, 50, 70, 79, 126**
Organización de las Naciones Unidas (ONU), **37**
Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), **62, 149, 161**

P

Parque Nacional de Doñana, **27**
Patrimonio Forestal del Estado, **22**
Patrimonio Nacional, **26, 28**
Patronato del INTA, **9, 136, 137**
Piano Spaziale Nazionale (PSN, Italia), **99, 103**

Polígono Interejércitos de Salto di Quirra (Cerdeña, Italia), **12, 138**

Polígono de Tiro Naval Janer (San Fernando, Cádiz), **117**

Primer Grupo de Transmisiones del Ejército del Aire, **35**

Q

Queen Mary and Westfield College (QMWC, Reino Unido), **183**

Queen's University of Belfast (QUB, Irlanda del Norte, Reino Unido), **134, 151, 153**

R

Real Academia Española de la Lengua (RAE), **35**

Red Mundial de Observación de la Capa de Ozono, **79**

Rheinmetall (Alemania), **139, 149, 156**

Rocket Propulsión Establishment (RPE, Reino Unido), **80**

Royal Aircraft Establishment (RAE, Reino Unido), **80**

Royal Netherlands Navy, **161**

S

Salvamento Marítimo de Tarifa, **104**

Science and Engineering Research Council (SERC, Reino Unido), **134**

Science Research Council (SRC, Reino Unido), **96, 108, 111, 113, 134**

Scientific Atlanta, **114, 122, 153, 171**

Sección de Armamento Aeronáutico (INTA), **15, 31**

Sección de Ayudas a la Navegación (INTA), **15**

Sección de Electricidad y Electrónica (INTA), **88**

Sección de Electrónica (INTA), **32**

Sección de Experimentación en Vuelo (INTA), **21, 27**

Sección de Instrumentos de Abordo (INTA), **73**

Sección de Investigación (INTA), **137**

Secretaría General del INTA, **123**

Selex (Italia), **164, 165**

Servicio de Aeronomía del CNRS, **126**

Servicio Meteorológico británico, **42**

Servicio Meteorológico Nacional (SMN), **15, 17, 20, 21, 25, 32, 35, 36, 52, 54, 55, 56, 57, 60, 61, 68, 72, 78, 94,**

Servicio de Obras de la Región Aérea del Estrecho, **29**

Servizio Attività Spaziali, **99, 103**

Sistemas de Control Remoto (SCR), **157, 169**

Smithsonian Institute, **75**

Space Data Corporation, **63, 123**

Subdirección General de Experimentación y Certificación (INTA), **160, 165**

Subdirección General de Investigación y Programas (INTA), **170, 172**

Subdirección Técnica (INTA), **143, 144, 153, 157**

Sud Aviation, **75**

System Technik Nord (STN, Alemania), **139, 146, 148, 150, 157, 158**

T

Talleres Generales (INTA), **32, 33, 109, 152**

Tercio de Armada de la Infantería de Marina, **158**

Thiokol Chemical Corporation, **62**

Tracor, **138, 144, 149, 156, 157, 158, 160**

U

Unidad de Blancos del Cgmaaa, **161**
Unión de Explosivos Río Tinto (UERT), **109**
Universidad de Aberdeen (Reino Unido), **134**
Universidad de Aberystwyth (Reino Unido), **134**
Universidad Autónoma de Barcelona, **181**
Universidad de Belfast (Irlanda del Norte, Reino Unido), **124**
Universidad de Berna (Suiza), **74**
Universidad de Bonn (Alemania), **93, 94, 95**
Universidad de Bristol (Reino Unido), **99**
Universidad Complutense (Madrid), **136**
Universidad de Frankfurt (Alemania), **56**
Universidad de Granada, **123, 141**
Universidad de Huelva, **156**
Universidad de Leicester (Reino Unido), **84**
Universidad Libre de Berlín (Alemania), **50, 56, 61**
Universidad de Málaga, **139**
Universidad de Munich (Alemania), **93**
Universidad de Nuevo México (USA), **53, 61**
Universidad de Padua (Italia), **99**
Universidad de Palermo (Italia), **182**
Universidad de Palestine (Texas, USA), **115**
Universidad Politécnica de Madrid, **11**
Universidad de Roma (Italia), **183**
Universidad de Saskatchewan (Canadá), **117**
Universidad de Southampton (Reino Unido), **108, 109, 111, 112, 120, 134, 182**
Universidad de Sussex (Reino Unido), **109, 111, 112, 113, 116, 120, 124, 134, 175**
Universidad Técnica de Graz (TUG, Austria), **93**
Universidad de Tübingen (Alemania), **84, 96, 181**
Universidad de Turín (Italia), **183**
Universidad de Washington (USA), **138, 182**
Universidad de Wuppertal (Alemania), **95, 126, 127, 141, 143**
Università La Sapienza (Roma, Italia), **182, 183**
University College de Londres (Reino Unido), **93**
US Air Force (USAF), **24**
US Army, **37, 62**
US Navy, **15, 16**

V

Vitroservices (Italia), **139, 157**

W

Wallops Flight Facility (WFF, NASA, USA), **22, 58, 134**
Wallops Island (NASA, USA), **12, 23, 37, 51, 53, 94**
Wallops Station (NASA, USA), **15, 23**
Weibel (Dinamarca), **161**
Western Electric (USA), **62**
World Data Center, **50, 61**

Índice Onomástico

A

Abad, Antonio: **32, 73**
Abad Rozabal, Adolfo: **23, 24, 36, 47, 72, 124, 137, 139**
Ackerman, M.: **72, 73, 126**
Aikin, Arthur C.: **74**
Alberca Silva, Luis Felipe: **51, 132, 139, 142**
Álvarez Fernández, Robustiano: **65, 67, 87, 91, 97, 111, 129**
Álvarez de León, Víctor Manuel: **21, 22, 23, 27, 35, 55**
Amaro Manosalvas, Manuel: **65**
Amorós Agulló, Jerónimo: **86, 123, 140**
Amorós Espadero, Jerónimo: **135**
Angona Nogueras, Gonzalo: **87, 91, 97**
Angulo Jerez, Manuel: **129**
Antón Cabornero, Fernando: **156**
Antón Martínez, Carlos: **117**
Azcárraga Arana, Álvaro: **5, 11, 13, 15, 21, 27, 31, 43, 49, 51, 53, 55, 58, 63, 69, 71, 72, 76**
Azcárraga Pérez-Caballero, Luis: **16**

B

Ballesteros Fernández, Miguel: **149**
Bannelier, Claude: **103**
Barasoain Oderiz, José Antonio: **20**
Barrio Cristóbal, Luis del: **145**
Bautista Aranda, Manuel: **11, 127, 134, 137**
Belloch Picó, Juan: **111**
Bittner, M.: **141, 142**
Blanco Lobejón, Juan Manuel: **149, 150**
Blesa, Rafael: **87**
Brown, Víctor John Gordon: **153**
Bueno Moreno, José: **51, 123**

C

Caballero Hernández, Manuel: **125**
Caballero Requena, Francisco: **5, 103, 106, 113, 114, 123, 124, 139, 151**
Cabezas Castillo, Pedro: **144, 151, 157, 156**
Cacho Gómez, Javier: **123, 137, 142**
Calvo Moral, Benito: **145**
Calvo Rodés, Rafael: **8, 20**
Carmona, José María: **32, 45**
Casado de Pablo, Luis: **31, 36, 123**
Casas García del Busto, Javier: **103, 106, 114, 117, 121, 123**
Castrejón Saugar, Gustavo: **5, 51, 73, 124**
Castro, Francisco Javier: **115, 121**
Cechini, Gian Piero: **103**
Cedillo, Manuel: **135**
Cisneros Sanchiz, Juan María: **5, 32, 58, 72, 76, 77, 78, 79, 95, 122, 126, 137, 141, 142**
Coello Díaz, Manuel: **124**

Collins: **111**

Conejero Server, José Antonio: **23, 24, 53, 69, 73**

Conejero Server, Vicente: **72, 124**

Contreras Molina, Vicente: **5, 23, 24, 36, 47, 53, 69, 73**

Cortés Beltrán, José Antonio: **5, 23, 24, 36, 47, 53, 69, 73**

Cosentino, Orazio: **103**

Costa, Víctor: **117**

Costillo Iciarra, Luis: **117, 119, 153**

Crespo, Jesús: **51, 73**

Crespo Monis, Juan Manuel: **139**

Cruzado, Ana: **32**

Cumini, Daniele: **149**

D

Delgado, Ángel: **33, 47**

Díaz Peña, Ildefonso: **139**

Díaz Quintana, Arturo: **5, 51, 69, 123, 129, 157**

Dios García, Jesús de: **5, 72, 123, 137**

Donato, Donato: **149**

Doñamayor, Cayetano: **129, 145**

Dorado Gutiérrez, José María: **5, 21, 31, 33, 35, 47, 87, 89**

Dorado Gutiérrez, Ricardo: **153**

Durán Mejías, Francisco: **125**

E

Egea, Carlos: **129, 145, 153**

Escuredo Bastida, Julio: **117, 129**

Espina Franco, Antonio: **32, 45, 73**

Estefanía Vallés, Samuel: **31, 45, 73**

F

Feria Cardoso, Antonio: **33, 125**

Feria Fernández, Antonio: **33**

Feria Fernández, Francisco: **33, 124**

Feria Fernández, Isabel: **33, 125**

Feria Fernández, Rosa: **33**

Fernández, Juan: **32**

Fernández Abad, Ángel: **5, 72, 103, 117, 123, 129, 136, 137, 139, 151, 157**

Fernández Albarracín, Juan Manuel: **6, 145, 161**

Fernández Borrero, Manuel J.: **124**

Fernández Cruzado, María-Sampedro: **33, 125**

Fernández Lizán, Rafael: **145**

Fernández Maraños, Adela: **145**

Fernández Martínez, Luis: **32, 73**

Fernández Valbuena, Matías: **153**

Fisher, Williams Toby: **48**

Flos Bassols, Antonio: **153**

Flowers: **115**

Fraga Fernández-Cuevas, Enrique: **145**

Frutkin: **20**

G

Galdón, Eduardo: **51**

Galiana: **67**
 Gallego: **111**
 Gamero Martínez, Hilario: **125**
 García Andreu, Antonio: **149**
 García Andreu, Dolores: **86, 124**
 García López, Antonio: **29, 58, 124**
 García Pascual, Valentín: **71, 75, 111**
 García Rasco, Francisco: **125**
 Garrido Bohórquez, Rafael: **145, 151, 157, 159**
 Garrofé Garrofé, José: **67**
 Gerardi, Gaetano: **103**
 Gil Expósito, Antonio: **91, 97**
 Gil Moulet, Manuel: **123**
 Gil Ojeda, Manuel: **129, 141, 142**
 Giménez Cañete, Álvaro: **153**
 Gómez Bastida, Fulgencio: **153, 159**
 Gómez Villegas, Álvaro: **6, 150, 161, 163, 165**
 González Armengod, Rafael: **155**
 Goya Cabezón, José María: **15**
 Greer, Raymond G. H.: **151, 153**
 Guil González, Juan Francisco: **86, 123, 129, 157**
 Guitart Poch, Luis: **146, 147**
 Gutiérrez Rincón, Enrique: **87**

H

Hernández López, Antonio: **86, 124**
 Hernández Orosa, Julio: **35, 68, 123, 129, 140**
 Hoare, D. N.: **48**

I

Iglesias Valdesuso, Ramón: **29**
 Iribar Arteche, Manuel: **150**
 Isorna, Fernando: **6, 172**
 Izquierdo Fuente, Agapito: **117**

J

Jadraque Estévez, Jesús: **85, 91, 97, 107, 121, 141, 157**
 Jerónimo Zafra, José María: **153**
 Jiménez, Rafael: **32, 45, 73**
 Jiménez de Andrés, José Antonio: **137**
 Joosten, W.: **61**

K

Klein, R: **78**
 Kohoutek, Lubos: **83**

L

Labitzke, K: **52, 53, 126**
 Lacruz Alberquilla, Pedro: **5, 23, 45, 53, 73, 77**
 Laguna Barahona, José: **87, 129**
 Lamparero, Manuel: **71, 75, 87, 111, 129**
 León Sánchez-Fuentes, Víctor de: **97**
 Llani Góngora, Laureano: **151**

López González, María José: **153**
López Jiménez, Antonio C.: **119, 153**
López Morell, Antonio: **158**
López Morell, Vicente: **158**
López Moreno, José Juan: **5, 117, 119, 121, 151, 153**
López Sánchez, Victoriano: **31, 45, 49, 53, 63, 67, 93, 123, 140, 145**
Luna de Gracia, Antonio: **161**

M

Maíllo Morales, Francisco: **51, 69, 73, 124**
Malavard: **10**
Malla García, Fernando de la: **137**
Márquez Minchón, José María: **145, 149**
Martelli, Giuseppe: **108, 109, 111, 112, 120, 134**
Martín, Ana María: **87**
Martín Francia, Juan José: **103, 143, 146, 147, 157, 162**
Martín Merino, Pablo: **139, 149**
Martín Moratín, Ceferino: **135**
Martín Valencia, Ceferino: **125**
Martínez, Ángel: **161**
Martínez Cerrillo, Luis: **21, 31, 75, 87, 123**
Martínez Martín, Francisco: **124**
Martínez Martín, Pedro: **135**
Martínez Zapata, Ramón: **29**
Mata, Francisco: **88**
Mateo Palacios, Ángel: **85, 87, 93, 111, 117**
Mexía, Fernando: **107, 115**
Mezquida Gómez, Eduardo: **114, 144**
Millán Martínez, Manuel: **5, 32, 35, 45, 73**
Monasterio Cabrerizo, José María: **67, 71**
Montoya, Fausto: **107, 115**
Mora Beltrán, Cristóbal: **149**
Mora Beltrán, Juan Carlos: **149**
Morán Samaniego, Francisco: **25**
Morena Carretero, Benito de la: **5, 6, 53, 95, 122, 123, 124, 127, 129, 139, 141, 142, 170**
Mosquera Vázquez, Gonzalo: **129, 145, 153**
Mosquera Vázquez, Javier: **153, 159**
Moya Martínez, Félix: **150, 163**
Muñoz, Evelio: **125**
Muñoz Sanz, Francisco: **163**
Muros, Gerardo: **129**

N

Narbona Bueno, José: **32, 77, 79, 87, 124**
Narbona Díaz, Jesús: **5, 87, 95, 123, 129**
Nicolet, Marcel: **73**
Nieto Cano, José Luis: **124**
Novack, Natham E.: **25, 134**

O

Offermann, D.: **94, 95, 126, 127, 141, 142, 143**
Olivares Martín, Ignacio: **153**

Olmos Zamora, Alberto: **5, 23, 39, 53, 63, 72, 77, 86**
 Orleáns y Borbón, Alfonso de: **72**
 Otero Troncoso, Manuel: **91, 111, 129**

P

Padilla Oliver, José: **145, 151, 157**
 Padilla Ruiz, Joaquín: **125**
 Parejo-Bravo Morcillo, José: **165**
 Parlosch, Karl: **79, 83, 97**
 Pazos Peces, Jesús: **145**
 Pedro, Ana de: **151**
 Peña Aranda, Gabriel: **15, 49, 87**
 Pérez Esnarriaga, José María: **72**
 Pérez Gutiérrez, Pedro José: **68**
 Pérez-Marín, Antonio: **8, 20**
 Pérez Molla, Juan: **75**
 Pérez Moreno, Manuel A.: **97, 123, 145, 149**
 Pérez del Puerto, Guillermo: **21, 31, 87, 127**
 Pica, Franco: **103**
 Polo, Emilio: **32, 45, 73**
 Prieto Prieto, Ignacio: **91, 97, 107, 121**
 Puch Sáez, Aurelio: **87, 111**
 Pueyo Panduro, Luis: **13, 20, 103**

Q

Quesada Rodríguez, José Luis: **5, 65, 67, 91**
 Quintana González, José María: **119**

R

Rabadán, Francisco: **31, 47, 73**
 Ramos Losada, Alfonso: **72, 123, 129, 157**
 Ramos Mantis, Francisco: **139, 157, 159**
 Razola, Ángel: **51, 73**
 Ricca Hierro, Luis: **5, 86, 121, 123, 131**
 Ríos Doblas, Rafael de los: **125**
 Rivas Gallego, José: **162**
 Rodrigo Montero, Rafael: **119**
 Rodrigo Robles, Fernando: **129, 145**
 Rodríguez Guitart, Santiago: **156**
 Rodríguez Lozano, Agustín: **5, 85, 87, 93, 109, 111, 117**
 Rodríguez Martín, Luis: **5, 67, 71, 85, 87, 93, 109, 111, 117, 119, 121, 129, 147, 153, 159**
 Rodríguez Rebollo, Manuela: **125**
 Rose, Gerard: **56, 65, 69, 71, 95**
 Rueda Morejón, Salvador: **51, 124**
 Ruiz Carrasco, Sebastián: **139**

S

Sáenz Ruiz-Navarro, Jaime: **5, 51, 63, 93, 123, 124, 145, 149, 161**
 Sagredo Ruiz, José Luis: **111**
 Sainz de Aja, María Jesús: **123**
 Salcedo Vázquez, Joaquín: **65, 91, 129**
 Sánchez, Francisco: **119**

Sánchez Miró, Fernando: **139**
Sánchez Muniosguren, Luis V.: **5, 21, 22, 23, 27, 35, 43, 51, 58, 69, 71, 72, 77, 88**
Sánchez Muñoz, Juan: **145, 153**
Sánchez Pino, Miguel: **135**
Sánchez Renedo, Santiago: **6**
Sanz Aránguez, Segismundo: **8, 11**
Sanz-Aránguez Sanz, Pedro: **5, 11, 13, 15, 21, 31, 65, 67, 71**
Satrustegui, José María: **55, 72, 106**
Scheer, Jürgen: **142**
Scherag: **52**
Schuller Gil, Carlos: **111**
Sierra, José: **29**
Simón Calero, Julián: **5, 65, 67, 71, 85, 87, 93, 109, 111, 113, 117, 121, 129, 131, 137, 145, 151, 153**
Soriano Sánchez, Jorge: **11, 13, 15**
Soubrier, Armand: **103**
Soubrier García, Federico: **86, 123, 124, 129, 140**
Soubrier García, Federico (hijo): **135**
Soubrier García, José: **135**
Sugrañez Nevado, Elisa: **153**

T

Tapia, Francisco: **153**
Teixidor, Rafael: **67**
Tejero Lahoz, Francisco: **32, 45**
Tolfson, Harlod E.: **15**
Tomé Martín, Paulina: **125**
Torralbo Mercader, Julio: **67, 71, 75, 87, 117**
Trillas, Enrique: **153**
Turner, Peter: **6, 79**

V

Vallejo, Miguel Ángel: **75**
Vallín Tenorio, Francisco J.: **149**
Varela, Arturo: **161**
Varlet, Jean Claude: **103**
Vázquez Domínguez, Francisco: **125**
Vázquez Peñalver, Manuel: **139, 157, 159**
Vázquez Velasco, Mariano: **21, 67, 71, 85, 87, 93, 102, 103, 109, 111, 113, 114, 117, 119, 123, 134, 136, 137, 139, 141, 145, 151, 157**
Ventura: **111**
Vera Sanz, Jesús: **129, 145, 153**
Vidal Cuesta, Eugenio: **129, 145, 153**
Vidal Pezzi, Sebastián: **117, 119, 121, 153**
Vila, Francisco: **111**
Vilches Acevedo, Reyes: **124**
Vilches Villar, Manuel: **5, 72, 77, 81, 103, 106, 111, 114, 117, 123**
Villar Romero, Félix: **125**
Vizcarra Etayo, José María: **117, 121**

W

Widdel, Hans U.: **56, 58, 65, 69, 71, 95**

Bibliografía

ANDREWS, D. G.; HOLTON, J. R. & LEOVY, C. B.: *Middle Atmosphere Dynamics*. New York: Academic Press, 1987.

AZCÁRRAGA, A. y SÁNCHEZ, L.: «Sondeos meteorológicos con cohete en España». *Ingeniería Aeronáutica y Astronáutica*, núm. 104, noviembre – diciembre 1968; Madrid: Asoc. Nac. de Ing. Aeronáuticos; pp.: 31-35.

AZCÁRRAGA, A. & SÁNCHEZ, L.: «Meteorological Rockets in Spain». *Progress in Astronautics and Aeronautics*, vol. 22; New York: Academic Press Inc., 1969; pp.: 519-527.

AZCÁRRAGA, A., SÁNCHEZ, L. & WIDDELL, H. U.: «On the structure of mesospheric winds». *Space Research X* [Presentado en el Working Group IV of the XIIth Plenary Meeting of COSPAR, Praga, 1969]; Amsterdam: North Holland Publ. Co., 1970.

AZCÁRRAGA, A., SÁNCHEZ, L. & WIDDELL, H. U.: «Measured Wind Oscillations at Atmospheric Levels». *Space Research XI – Akademie Verlag*; Berlín, 1971 [Presentado en COSPAR, Leningrado, 1970.]; pp.: 835-840.

AZCÁRRAGA, A. et al.: «An evaluation of the scale of mesospheric wind disturbances». *Space Research XII – Akademie Verlag*; Berlín, 1972 [Presentado a la reunión del COSPAR, Seattle, 1971]; pp.: 613-614.

BITTNER, M. et al.: «Long period / Large scale oscillations of temperature during the Dyana Campaign». *Journal Atmospheric Terrestrial Physics*, vol. 56, núm. 13/14; 1994; pp.: 1675-1700.

BUGAEVA, I. V. et al.: «Basic feature of large scale processes in the middle atmosphere during Dyana». *Journal Atmospheric Terrestrial Physics*, vol. 56; 1994; pp.: 1659.

CASAS, J.: «Programa de globos estratosféricos transmediterráneos». *Boletín Trimestral INTA/CONIE: Información Aeroespacial*, núm. 15, enero-marzo; Madrid: INTA, 1979; pp. 34-48.

CASAS, J. & PUEYO, L.: «The Spanish Nacional Program of ballons and sounding rockets». *Proceedings of Esrange Symposium, Ajaccio, 24-29 April 1978* [Documento ESA SP-135, June 1978]; pp.: 35-38.

CASAS, J. & VILCHES, M.: «The El Arenosillo Sounding Rocket Range». *Proceedings of Esrange Symposium, Ajaccio, 24-29 April 1978* [Documento ESA SP-135, June 1978]; pp.: 167-172.

CASAS, J. & VILCHES, M.: «El Arenosillo sounding rocket range». *Proceedings of Vth ESA-PAC Symposium on European Rocket & Balloon*

Programmes & Related Research, Bournemouth (UK), 14-18 April 1980
[Documento ESA SP-152, June 1980]; pp.: 211-216.

CISNEROS, J. M. y OLMOS, A.: «Noticias de Arenosillo». *Antena de Telecomunicación*, núm. 47, diciembre de 1974; Madrid: Asoc. Nac. de Ing. Técn. de Telecomunicación; pp.: 41-45.

DORADO, J. M.: *Historia Astronáutica del INTA: INTA y el espacio*, vol. 1; Madrid: INTA, 2008.

DORADO, J. M., BAUTISTA, M. & SANZ-ARÁNGUEZ, P.: *Spain in Space: A short history of Spanish activity in the space sector*. Paris: ESA [Doc. HSR-26], August 2002; 37 págs.

LABITZKE, K.: «Midwinter disturbances in the middle atmosphere». *International Council of Scientific Unions Middle Atmosphere Programs. Handbook for MAP*, vol. 10; 1984; pp.: 79-85.

LASTOVICKA, J. & MORENA, B. A. de la: «The response of the lower ionosphere in Central and Southern Europe to anomalous stratospheric conditions». *Physica Scripta*, vol. 35, 1987; pp.: 902-905.

LASTOVICKA, J. et al.: «Lower ionosphere at middle latitudes: it's morphology and response to meteorological and solar-terrestrial activity during the DYANA campaign, 1990». *Journal Atmospheric Terrestrial Physics*, vol. 56, núm. 13/14, 1994; pp.: 1947-1962.

LÓPEZ-GONZÁLEZ, M. J. et al.: «Behaviour of the O₂ infrared atmospheric (0-0) band in the middle atmosphere during evening twilight and at night. *Planetary and Space Science*, vol. 37, 1989; pp.: 61-72.

LÓPEZ-GONZÁLEZ, M. J. et al.: «The altitude profile of the infrared atmospheric system of O₂ in twilight and early night: Derivation of ozone abundances». *Planetary and Space Science*, núm. 40, 1992; pp.: 1391-1397.

LÓPEZ MORENO, J. J. et al.: «Rocket-borne photometric measurements of O₂, green line and OH Meinel bands in the nightglow». *Annales Geophysicae*, núm. 2, 1984; pp.: 61-66.

LÓPEZ MORENO, J. J., RODRIGO, R. & VIDAL, S.: «Radiative contamination in rocket-borne infrared photometric measurements». *Journal of Geophysical Research*, núm. 90, 1985; pp.: 6617-6621.

LÓPEZ MORENO, J. J. et al.: «Altitude distribution of vibrationally excited states of atmospheric hydroxyl at levels v=2 to v=7». *Planetary and Space Science*, núm. 35, 1987; pp.: 1029-1038.

LÓPEZ MORENO, J. J. et al.: «Rocket measurements of O₂ infrared atmospheric system in the nightglow». *Planetary and Space Science*, núm. 36, 1988; pp.: 459-467.

LÓPEZ MORENO, J. J. et al.: «Rocket measurements of Oxygen, OH and Continuum airglow» [Publicación ESA SP-370]; 1995.

MORENA, B. A. de la: «The winter anomaly in "El Arenosillo" range» [presentado al XXV Plenary Meeting del COSPAR, en Graz (Austria) en 1984].

MORENA, B. A. de la et al.: «Stratospheric electric field measurements with Transmediterranean Balloons». *Advance. Space Research*, vol. 13, núm. 1, 1993; pp.: 381-384.

MORENA, B. A. de la & KAZIMIROVSKY, E. S.: «Investigation Stratosphere-Lower Thermosphere Coupling in SW España». *STEP GBRSC News Japan*, vol. 4, nº 2/3, 1995.

OLMOS, A.: «Lanzamiento de dos cohetes Skylark en El Arenosillo». *Ingeniería Aeronáutica y Astronáutica*; Madrid: Asoc. Nac. de Ing. Aeronáuticos, núm. 135, enero – febrero 1974; pp.: 55-60.

OLMOS, A. y CISNEROS, J. M.: «Determinación de parámetros meteorológicos». *Antena de Telecomunicación*; Madrid: Asoc. Nac. de Ing. Técn. de Telecomunicación, núm. 39, junio de 1972; pp.: 7-12.

PANCHEVA, D., et al.: «Long period fluctuations in the ionospheric absorption and their relation with the planetary activity in the stratosphere». *Studia Geophysica et Geodesica*, núm. 33, 1989; pp.: 81-96.

PANCHEVA, D., LASTOVICKA, J. & MORENA, B. A. de la: «Quasi-periodic fluctuations in ionospheric absorption in relation to planetary wave activity in the stratosphere». *Journal Atmospheric Terrestrial Physics*, vol. 53, núm. 11/12, 1991; pp.: 1115-1155.

RODRIGO, R.: «Atomic oxygen concentration from OH and O2 nightglow measurements». *Planetary and Space Science*, núm. 37, 1989; pp.: 49-60.

ROSE, G et al.: «Ergebnisse von Bodenmessuggen der Kurzwellen absorption in Spanien». *Kleinhenhacher Berichte*, núm. 14, 1971; pp.: 239-246.

ROSE, G. et al.: «A payload for small sounding rockets for wind finding and density measurements in the height region between 95 and 75 km»; *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A.* 271, 1972 [Presentado en la Reunión sobre "Vientos en Europa en las regiones D y E", celebrada en Londres los días 20 y 21 de abril de 1971]; pp.: 509-528.

ROSE, G. et al.: «Results of an experimental investigation of correlations between D-region neutral gas winds density changes and short-wave radio-wave absorption». *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* vol. 271, 1972 [Presentado en Symposium del COSPAR, Illinois, 1971].

ROSE, G. et al.: «Experimental evidences for a transient ion layer formation in connection with sudden ionospheric disturbances in the height range 20-50 km». *Planet. Space Sci.* 1972, vol. 20; Belfast: Pergamon Press, 1972; pp.: 871-876.

ROSE G. & WIDDEL H.: «D region radio wave propagation experiment, their significance and results during the western European winter anomaly campaign 1975/1976». *Doc. MPAE-W-46-77-59*, 1977.

SÁNCHEZ, L.: «Sondeos meteorológicos con cohete». *Boletín de la A. M. E.*, vol. 12; 1967; pp.: 6-9.

SÁNCHEZ, L.: «La Alta Mesosfera». *Ingeniería Aeronáutica y Astronáutica*, núm. 126, julio-agosto 1972; Madrid: Asoc. Nac. de Ing. Aeronáuticos; pp.: 11-21.

SÁNCHEZ, L.: *Estructura de la Alta Mesosfera*. Madrid: Servicio Meteorológico Nacional [Publicación A-68], 1977.

SANZ-ARÁNGUEZ, P. y SIMÓN, J.: *Los cohetes en el INTA* [En preparación. Edición prevista por el INTA en 2011].

SIMÓN, J.: «Los cuatro prototipos del cohete INTA-300». *Ingeniería Aeronáutica y Astronáutica*, núm. 263, Marzo 1985; Madrid: Asoc. Nac. de Ing. Aeronáuticos; pp.: 35-42.

SIMON, J., MATEO, A. y VÁZQUEZ, M.: «Cohete INTA-300». *Itavia*, núm. 9, julio – septiembre 1975; Madrid: Asociación y Colegio de Ingenieros Técnicos Aeronáuticos; pp.: 7-13.

SOUBRIER, A, GERARDI, G. & VÁZQUEZ, M.: «Transmediterranean Flights. Odisea Program». [Presentado en la XIXth. International Cosmic Ray Conference, San Diego (California, USA), agosto 1985].

VÁZQUEZ, M. y MORENA, B. de la: «Estación de Sondeos Atmosféricos de la Base de Lanzamiento de El Arenosillo». *Boletín Trimestral INTA/CONIE: Información Aeroespacial*, núm. 37/38, julio-diciembre de 1984; Madrid: INTA; pp.: 27-37.

VARIOS AUTORES: *1st Symposium on Stratospheric Ballons*. Torrejón de Ardoz: INTA, 1994 [Simposio realizado en Huelva, 6-7 octubre 1994].



Zona de rampas, con
diversos lanzadores
(años 70). ■

Los grandes programas (1969-85)

Parte II

Capítulo 6

MEJORAS DE INSTALACIONES Y NUEVOS PROGRAMAS (1969-1972)

Al iniciarse 1969, El Arenosillo y su operatividad estaban asegurados. El presupuesto de la Conie, aunque sin echar las campanas al vuelo, lo permitía; se estaba trabajando en el Programa Meteorológico Cooperativo con la NASA y en el Ionosférico con el MPI, y para fechas próximas estaban planificados otros dos nuevos: el de las Granadas Acústicas y el inicio de los lanzamientos de los prototipos de los cohetes de sondeo del INTA.

En ese momento, ya «estaba legalizado» el uso de los terrenos: La Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial había dado el visto bueno a la ocupación por treinta años, de acuerdo con la Ley de Montes entonces vigente, estableciendo un canon a satisfacer de doscientas mil pesetas anuales, que sería revisado periódicamente. Por otro lado, la partida presupuestaria de doce millones de pesetas permitiría llevar a cabo diversos proyectos.

Se construiría un edificio central en el que se ubicaron la dirección, seguridad en vuelo y funciones administrativas que, en los años 90, fueron trasladadas al nuevo edificio de Dirección actualmente existente; también estaban allí instaladas, donde aún continúan, meteorología y telemetría, así como el control de operaciones. Además se pudo construir un pequeño control de entrada, ampliar el taller de montaje de cohetes y algunos caminos, vallar determinadas zonas y amueblar los indicados edificios y la residencia construida el año anterior; se instalaría también un CCTV en rampas y se adquiriría diverso material.

El Programa de las Granadas Acústicas

Se iniciaba así una década, 1969-1978, en la que se realizarían una media de más de cuarenta lanzamientos al año (428 en total). Como detallaremos en su momento, en 1970 se llevarían a cabo 83 sondeos con cohetes, y en 1976 se operarían nueve diferentes tipos de ellos. Al ser un periodo denso y variado en cuanto a programas y operaciones concretas a realizar, lo expondremos en forma casi cronológica, aunque estableciendo siempre los precisos nexos de unión.

El 20 de enero se iniciaba la primera campaña de 1969, en la que se lanzarían doce cohetes *Judi-Dart* comprendidos en el Programa Conie-NASA, del que ya se habían iniciado prórrogas bianuales, que llegarían hasta 1973; este programa fue realmente planificado siempre por la Conie, el INTA y el SMN y, a su finalización en 1974, se enlazaría con el denominado Programa Meteoro-

rológico Nacional. Estos lanzamientos se efectuaban ya en los momentos en que el centro mundial Geosler Stratwarm, a través del SMN, avisaba de la existencia o posibilidad de un calentamiento súbito estratosférico⁹⁶. Otros cuatro *Judi-Dart* se volarían a final de año. Como ya era habitual, desde el inicio de este programa, se seguían enviando copias de los resultados a la NASA, al World Data Center y a la Universidad Libre de Berlín.

En ese tiempo, y gracias a la asistencia a reuniones del Cospas y otros organismos internacionales, se establecieron contactos con Argentina y Brasil que no llegaron a interesar a la Conie⁹⁷. Era también el momento en que la ESRO tenía problemas en la utilización del campo de Kiruna, cuyo montaje había tenido un coste superior a los 700 millones de pesetas (casi veinte veces los gastos de instalación de El Arenosillo), como consecuencia de la dispersión de los puntos de impacto, lo que había llegado a obligar a que el gobierno sueco hubiera prohibido los lanzamientos de cohetes *Skylark*, además de que algunos cohetes *Centaure* y *Arcas* hubieran caído en suelo finés. Podría ser interesante ofrecer El Arenosillo; la intención sería no solicitar a la ESRO inversiones, sino únicamente algunos equipos y un adelanto sobre los servicios a realizar⁹⁸ pero, como todos sabemos, nunca se consiguió ese objetivo y, aunque se desconocen los motivos, podría pensarse en la presión de otros países participantes con cuotas superiores a la española.

Se instaló en El Arenosillo un segundo radar, el Radint, radar interferométrico, en la zona del campo, caracterizada por su forma circular que siempre se ha conocido con ese nombre y donde hoy está situado uno de los modernos radares de seguimiento. Era un sistema basado en el efecto *Doppler*; de ahí que fuese denominado Dovap (*Doppler Velocity and Position*), con un alcance de 240 km. Disponía de cuatro antenas, una orientada con la estrella polar, y las otras tres ortogonales con aquella. En su instalación participó su propio creador, W. Joosten (de la Universidad del Estado de Nuevo México, EEUU); como curiosidad más recordada por los que trabajaron con él en su puesta a punto, estaba la necesidad de alinearla, hacia las tres de la madrugada, usando como referencia la estrella polar en su posición más baja sobre el horizonte. El Radint se utilizó hasta 1971 ó 1972 cuando, al existir en El Arenosillo ya otro segundo radar MPS-19, fue aprovechado para usar parte de sus componentes para reforzar las posibilidades de telemedida y otras instalaciones.

La segunda parte de esa campaña de inicios de 1969 comprendía cuatro operaciones con cohetes *Nike-Cajun* para la determinación de vientos, y de presión, densidad y temperatura de la atmósfera, mediante el sistema de

96 Acta del CCT de la Conie núm. 41, de 7 de marzo de 1969. Documento CCT 176.

97 Acta del CCT de la Conie núm. 42, de 20 de marzo de 1969. Documento CCT 179.

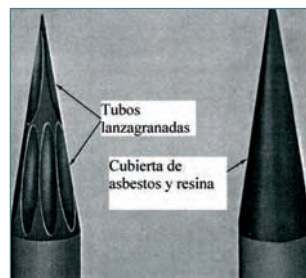
98 Acta del CCT de la Conie núm. 43, de 17 de abril de 1969. Documento CCT 182.

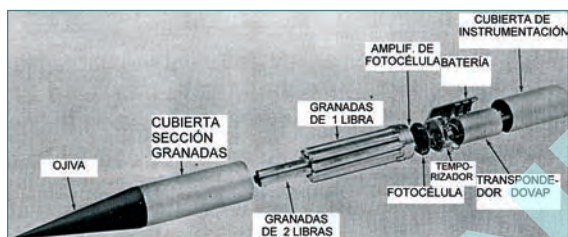
suelta de Granadas Acústicas; todo ello programado en colaboración con la NASA. Los primeros vuelos se realizaron el 28 y 29 de marzo y, al igual que los dos que se lanzaron en mayo, tuvieron lugar de forma simultánea a los efectuados, durante la noche española, en los campos de lanzamiento de Wallops (Virginia), Fort Churchill (Canadá), Point Barrow (Alaska) y Kiruna (Suecia). Alrededor de una hora después de cada lanzamiento se ponía en vuelo un *Judi-Dart*, para obtener valores hasta alturas de unos 60 km, complementando, de esta forma, los datos obtenidos con el *Nike* a mayores alturas. Estos últimos cohetes eran de los correspondientes al Programa Meteorológico Conie-NASA, consiguiéndose así otro objetivo complementario; por otro lado, y al tratarse de un programa de cooperación, eran enviadas copias de los resultados a la NASA.

El vehículo constaba de dos etapas. La primera era el *Nike*, clásico en combinaciones tanto de cohetes militares como civiles; con una longitud de 3,7 m y un diámetro de 42 cm, poseía un tiempo de combustión de 3,4 s y 597 kg de masa. Inicialmente no era sino un motor militar para misil, encargado por el US Army a Bell Telephone Laboratories que fue el contratista principal, con su fabricante asociado Western Electric, y cuya integración se encargó a la Douglas Aircraft Company, siendo lanzado por primera vez en 1956. Como misil ha sido la primera etapa de varias combinaciones, siendo la del superficie-aire *Nike-Hercules* la más conocida, por haber formado parte de las dotaciones de los países de la OTAN. Como primera etapa de cohetes de sondeo ha sido utilizada en los *Nike-Apache* y *Nike-Cajun*, volados en El Arenosillo y de los que se han lanzado, entre ambos, más de mil quinientas unidades a nivel mundial; de combinaciones usando como segundas etapas el *Iroquois*, el *Javelin* y el *Tomahawk*, se han operado otras setecientas unidades entre los tres.

Tras 17 segundos desde el lanzamiento, se iniciaba la segunda etapa, el *Cajun*, fabricado por Thiokol Chemical Corporation⁹⁹, que con una longitud de 2,7 m, un diámetro de solo 16,5 cm y 100 kg de masa, producía 3,4 s de combustión. La longitud total del cohete, con una carga útil típica de unos 80 kg, era de algo más de ocho metros y con una masa superior a 760 kg. El giro del cohete se producía mediante el calado regulable de sus aletas.

En la proa llevaba alojadas 19 granadas, de una a tres libras de masa; eran eyectadas en la fase ascendente de la trayectoria, a intervalos regulares haciendo explosión desde los 60 km, a los que habría de llegar el *Judi-Dart*, hasta los 90 ó 95 km en que la última debía detonar sin ser previamente expulsada, destruyendo así el propio vehículo. Las explosiones se «escuchaban» por «micrófonos» situados en tierra, y las señales, tras pasar por una serie de controles, eran registradas para su estudio. El instante de cada explosión se detectaba además por unas fotocélulas de infrarrojos, situadas a bordo del cohete, y los datos obtenidos se enviaban a tierra por teledirigida¹⁰⁰.





Programa de las Granadas Acústicas.

Dos detalles de la colocación de las granadas¹⁰¹. Nike-Cajun en el lanzador, instalando las líneas de disparo¹⁰².

Caseta del Radint. Lanzamiento (marzo 1969). ■

Los «micrófonos» detectores eran de «hilo caliente» y muy diferentes de los convencionales de voz; eran los llamados «resonadores Helmholtz». Consistían en una cámara con un tubo o cuello abierto a la atmósfera; en condiciones normales la presión en dicha cámara sería la ambiente; cuando una onda de choque creaba una presión en el tubo se producía un desequilibrio, fluyendo el aire hacia dentro o hacia fuera para intentar igualar la presión interior con la externa. El flujo del aire se determinaba con un elemento de «aire caliente», que era una bobina «calentada» por una corriente continua y cuya resistencia dependería de la temperatura que tuviera, lo que a su vez iba a depender del flujo de aire que, como hemos comentado, vendría dado por la diferencia de presiones causada por la onda de choque.

Los micrófonos se colocaban de la forma más simétrica que el terreno permitía. Cuando la onda de sonido llegaba a ellos, lo iba haciendo en un orden

99 Este motor fue inicialmente desarrollado por Space Data Corporation, con el control posterior de la NASA, al decidir esta que se modificase su diseño para ser utilizado como segunda etapa de cohetes de sondeo. Siguiendo la norma habitual de los motores combinados con el Nike para vehículos de este tipo, recibe el nombre de un grupo indígena, en este caso el de *Cajun*, nombre de una tribu amerindia del sur del actual Estado de Luisiana (EEUU).

100 Alberto Olmos y Álvaro Azcárraga: *Experimento del cohete portagranadas. Estación de sonido y reducción de datos*; Torrejón de Ardoz, 29 de julio de 1969 [Informe INTA nº 41-69/27].

101 Ilustraciones realizadas a partir de las que aparecen en W. Nordberg and W. Smith: *The Rocket – Grenada Experiment*; Washington: NASA/GSFC, 1964 [NASA Technical Note D-2107].

102 Jaime Sáenz sobre la base del lanzador, Victoriano López a la izquierda.

en función de la dirección del origen del sonido; esa dirección se determinaba a partir del intervalo de tiempo en la llegada a los distintos micrófonos, cuyo emplazamiento era conocido. Solo eran necesarias tres unidades receptoras, pero se usaban cuatro, y sus cosenos directores se calculaban por un procedimiento de mínimos cuadrados.

A cada presión producida por el frente de choque le correspondería una resistencia eléctrica del hilo caliente; obviamente, la señal recibida iría disminuyendo a medida que las granadas fueran haciendo explosión a alturas mayores; por eso, para evitar que la misma llegase a ser muy pequeña, pasaba a la rejilla de un triodo amplificador y se filtraba para conseguir la mejor relación señal-ruido; las salidas alimentaban directamente los registradores magnético y de papel utilizados.

De la dirección de la señal y de la diferencia de tiempo habida entre la explosión y la llegada de la señal a tierra, y conociendo ya los parámetros meteorológicos hasta la altura de explosión de la primera granada, obtenidos por un radiosondeo, se determinaban los de las alturas superiores que interesaban para la experiencia.

En algunas ocasiones se producían señales de ruido que oscurecían la onda emitida por las granadas y originaban la pérdida de los datos. Estas fuentes solían ser prácticas con cañones desde barcos en alta mar, pasos de aviones y truenos de tormenta, dando lugar todas ellas a sonidos de baja frecuencia y, por tanto, con suficiente amplitud para enmascarar el de la granada. Por eso, antes de los ensayos, se realizaban lecturas con las que comprobar las posibles interferencias provenientes de alguno de estos efectos.

El INTA-255

Entre el 9 y el 18 de diciembre se lanzarían doce *Skua 2*, de los previstos en el Programa Ionosférico Cooperativo con el MPI, ya iniciado el año anterior¹⁰³.

Pero para completar los 34 lanzamientos habidos en el año, nos faltan dos más que, por su importancia, y también en parte por la propia cronología, hemos dejado para el final. En junio se lanzaba la denominada «maqueta de vuelo» del futuro cohete de sondeo INTA-255, y en diciembre, como cierre del año, se efectuaba su primer vuelo, equipado con una carga útil tecnológica para determinación de sus actuaciones. De forma muy sucinta comentaremos las características del mismo, antes de pasar a comentar su interacción con el campo.

El vehículo constaba de una etapa propulsada por el motor *Goose II* con 17 segundos de combustión; sus teóricos 255 mm de diámetro, aunque realmente eran 257, completaban su nombre; tenía 5,1 m de largo y 308 kg de masa al lanzamiento. A esos valores había que añadir los 32 kg y 0,95 m de largo de un sistema acelerador, de concepción similar a los de los *Skua*, equipado con cuatro motores *Chick*, que se separaba por resistencia aerodi-





Lanzamiento de la
maqueta del INTA-255.
19 de junio de 1969. ■

námica casi a la salida del rail de lanzamiento, lo que generaba la aceleración adecuada para su puesta en vuelo con el fin de conseguir una velocidad de Mach 6 y alcanzar los 150 km de altura a los 190 segundos de vuelo. El lanzador utilizado era el de los *Skua*, al que se había adaptado un rail y hecho otras modificaciones, y su giro se conseguía mediante un adecuado calado de aletas.

Podía portar una carga útil de 35 kg en un volumen de 36 dm³ a la indicada altura; el objetivo de su proyecto sería la experimentación científica en las capas atmosféricas D, E y parte inferior de la F, llevando hasta 20 kg de instrumentación científica.

Refiriéndonos ya a la «maqueta de vuelo», lanzada en primer lugar, su objetivo era hacer una simulación del lanzamiento para comprobar el movimiento en el lanzador, la salida del mismo y su velocidad en ese instante, la separación del sistema ace-

lerador y los primeros 200 metros de vuelo. Para ello, y manteniendo la configuración externa y la masa total mediante contrapesos, se instaló un motor *Thrust*, que simulaba el *Goose II*, proporcionando el mismo empuje pero con solo 1,7 segundos de combustión, con los que completaba el impulso total preciso para permitir simular esos primeros 200 metros de su trayectoria.

El personal desplazado del equipo de proyecto¹⁰³ efectuó, *in situ*, la preparación del lanzador, con las variaciones sobre el del *Skua* antes mencionadas, y realizó las adaptaciones y simulaciones precisas de la maqueta. Entre las operaciones llevadas a cabo, se recuerda de forma especial la comproba-

103 Los experimentadores del MPI que continuarían teniendo mayor contacto con El Arenosillo serían Gerard Rose y Hans U. Widdel.

104 Se incluye la fotografía del lanzamiento, realizada con una cámara Fastax a los 0,25 segundos del tiempo cero, por su carácter histórico, pese a la baja calidad de la misma. Ilustraciones obtenidas del informe sobre el lanzamiento.

105 Pedro Sanz-Aránguez, Julián Simón, José Luis Quesada, Robustiano Álvarez, Manuel Amaro y Joaquín Salcedo.

ción de la desviación de la viga con el motor cargado. El equipo óptico instalado lo formaban dos cámaras fijas situadas a 40 y 60 metros del lanzador y otra montada sobre el visor óptico del radar (a 245 metros), además de dos cineteodolitos situados entre 800 y 900 metros de distancia al lanzador¹⁰⁶. Para facilitar la apreciación óptica del cohete, este iba pintado con franjas blancas y negras inclinadas.

El lanzamiento de esta «maqueta» se llevaba a cabo el 19 de junio, siendo seguida por el radar y por el equipo óptico instalado, lo que permitió observar la corrección de la salida del lanzador y del vuelo inicial en la zona deseada¹⁰⁷.

El primer prototipo, lanzado el 20 de diciembre, tenía otros objetivos más importantes, pues era portador de una carga útil tecnológica, con la que medir las aceleraciones axiales, laterales y centrípetas, la presión de la segunda etapa, las temperaturas (mediante la utilización de termopares Pyronax) en dos puntos de la cubierta de la carga útil, en su interior y en la ojiva, así como en las aletas. El emisor de telemetría a bordo del cohete era el EMI U18, que sería el mismo posteriormente utilizado en el caso de los cohetes *Petrel*.

La salida del lanzador y la separación fueron correctas, obteniéndose los correspondientes datos fotográficos. Los de las mediciones aportados por la carga útil fueron recibidos por telemetría en una frecuencia de 444 MHz mediante el sistema EMI 645 con 48 canales¹⁰⁸; pero el radar siguió únicamente hasta los 74 km de altura, cota suficiente, eso sí, para determinar la obtención de un apogeo de alrededor de 105 km, bastante inferior al teóricamente previsto en el proyecto.

Esto quedaba justificado debido a una mayor masa de la carga útil y del propio cohete, así como por una más elevada resistencia aerodinámica del mismo. El hecho de medir temperaturas en las aletas había implicado colocar termopares en la superficie de las mismas y llevarlos hasta la carga útil; se



Cohete INTA-255.
Detalle de montaje del
acelerador. ■



Lanzamiento del primer prototipo del INTA-255¹⁰⁹. 20 de diciembre de 1969.

hizo por el interior de un tubo de acero inoxidable, sujeto al exterior del motor mediante un adhesivo y protegiendo esa zona con resina *epoxi*; por parte del equipo de proyecto¹¹⁰, desplazado al campo para este lanzamiento, se recuerdan especialmente estos trabajos en él realizados y los problemas anteriores habidos durante el transporte de material, que motivó para algunos un viaje de más de catorce horas.

A la vista de los datos obtenidos se decidió realizar mínimas modificaciones en los diseños del cohete y de la carga útil para lanzar un segundo prototipo un año después.

El mayor número de lanzamientos anuales. Ionosfera y Mesosfera (1970)

El Arenosillo seguía aumentando su equipamiento y sus medios humanos. Se realizó la electrificación del campo con conexión a la red comercial. Se instaló un segundo lanzador para los *Skua*, lo que permitiría efectuar dos lanzamientos con poco intervalo de tiempo entre ambos.

Otro radar MPS-19, idéntico al ya existente, fue desembarcado en Bilbao, y con él se comenzó a hacer trayectografía tan pronto se puso a punto en El Arenosillo. La existencia de estos dos radares operativos permitía, sin usar el Radint, efectuar dos seguimientos de cohetes de forma simultánea, o seguir con uno la primera etapa desprendida y con el otro el resto del vehículo; también, en las operaciones previas al encendido del cohete, se podía simultáneas la búsqueda de barcos y aviones (seguridad en el lanzamiento) con uno de ellos, mientras el otro continuaba siguiendo el globo soltado para determinación de vientos.

Simultáneamente se acometió la mejora de la estación de teledirigida, para pasar de 403 a 1680 MHz, tanto para cargas útiles como para radio-sondeos con globos, y empezó pronto a ser utilizada en todos los programas. El receptor de 403 MHz continuó empleándose mientras hubo existencias de cohetes equipados con esa frecuencia, aproximadamente hasta 1975; esa misma banda se ha seguido usando en otras misiones, al ser la típica meteorológica y, en el momento actual, sigue siendo en la que opera el sistema Vaisala de determinación de vientos.

106 Julio Torralbo y su equipo (Galiana y Rafael Teixidor) operaron las cámaras Fastax, Mitchell y Elget P-2 y los 2 cinetodolitos, los mismos que serían posteriormente usados para otros lanzamientos de este cohete y del INTA-300.

107 Informe sobre el ensayo de lanzamiento del cohete simulado del INTA-255. Torrejón de Ardoz, 20 de diciembre de 1969 [Documento interno sin codificación].

108 Se trataba de un sistema PAM, aún con desmultiplexor mecánico.

109 Se aprecian los detalles del sistema acelerador. En la fotografía superior, y de izquierda a derecha: Mariano Vázquez, Victoriano López (de espaldas) y Pedro Sanz Aránguez.

110 Pedro Sanz-Aránguez, Julián Simón, José Luis Quesada, José María Monasterio, Mariano Vázquez, Luis Rodríguez, Robustiano Álvarez y José Garrofé.

El nuevo *chaff* de aluminio se usaba ya no únicamente para los cohetes sino también para el interior de los globos de 30 y 100 gramos para, de esta forma, facilitar su seguimiento por el radar para determinar la dirección y velocidad del viento en los niveles más bajos. A mayor altura, hasta 35 km, se usaban globos con reflectores de esquina que seguidos así mismo con el radar permitían obtener dichos valores, completando así las mediciones hechas con los cohetes.

Se incorporó nuevo personal: en el grupo de radares se había integrado el especialista de aviación Pedro José Pérez Gutiérrez, y pronto lo haría al mismo el también especialista Julio Hernández Orosa¹¹¹. Todo ello iba a permitir mantener dos turnos de trabajo continuo en el campo y que 1970 fuera el año en el que se realizasen más lanzamientos, alcanzándose la cifra de 83 cohetes, de cuatro tipos diferentes, y con cuatro programas distintos, lo que, eliminando las fechas en las que el campo no estaba en operación, daba una media de algo más de dos cohetes por semana laboral, si bien la mayor densidad estuvo centrada en el mes de febrero.

Ya el 10 de enero se iniciaron las actividades anuales del Programa Meteorológico con la NASA, con la puesta en vuelo de veinticinco *Judi-Dart* y seis *Skua 1*.

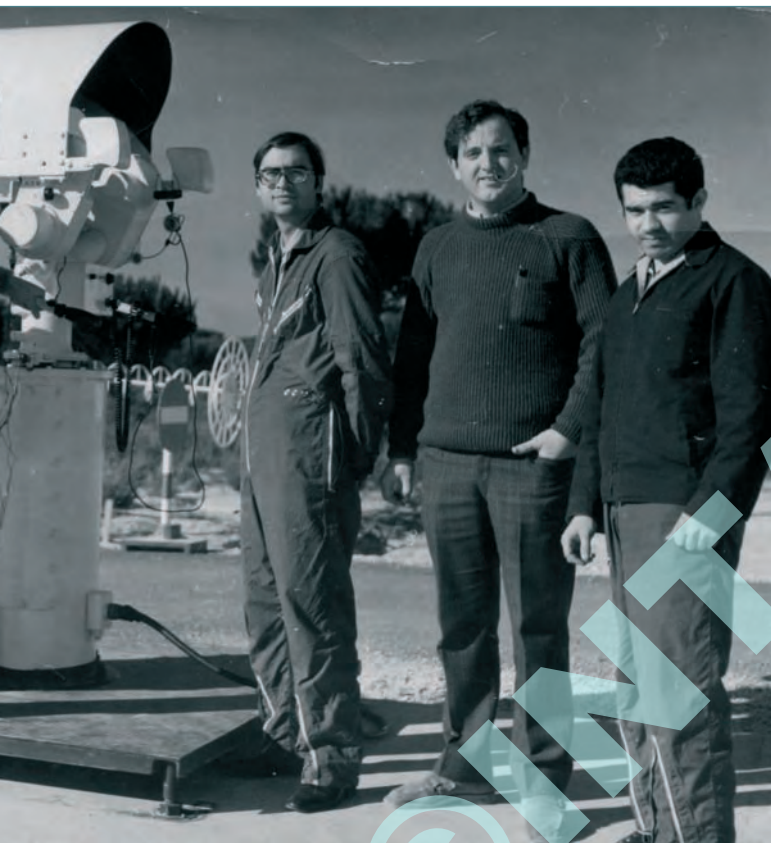
En ese mismo mes daban comienzo los lanzamientos de los 51 *Skua 2* que en algunas relaciones suelen aparecer, todos ellos, como incluidos en las actividades del Programa Ionosférico con el MPI. En realidad fueron 19 de ellos los adscritos a esa actividad, llevada a cabo en el primer trimestre y en diciembre del mismo año; los otros 32 lanzamientos formaban parte de un programa independiente, si bien, como veremos a continuación, estrechamente conectado con el Ionosférico.

Se trataba del Programa de Medidas Mesosféricas, fruto de la colaboración entre la Conie, el MPI y el SMN, generalmente conocido como el de las Mareas Mesosféricas, y que inicialmente había sido sugerido por el INTA; se orientaba al estudio de los vientos en las cotas entre 70 y 100 km, con la suficiente frecuencia entre lanzamientos para determinar las oscilaciones de los mismos. Para ello se incorporaba una nueva carga útil cuya finalidad fue valorada en la presentación que se hizo en la reunión de expertos sobre «Vientos en Europa en las regiones D y E», celebrada en Londres los días 20 y 21 de abril de 1971¹¹².

Para este tipo de estudios habían venido utilizándose los sistemas de explosión de granadas, ya mencionados, o los de eyección de sustancias que produjeran nubes, de cuya realización hablaremos en su momento, pero ambos sistemas eran caros; los «radares meteorológicos» tampoco eran válidos para ello. La solución sería, y así se hizo, aumentar la frecuencia entre los lanzamientos de cohetes, para tratar de confirmar las hipótesis surgidas a partir de los dos vuelos, cercanos en el tiempo, habidos en este campo en abril



Personal del radar¹¹³, junto al *open sight* (1969). ■



de 1968, complementándolo además con suficientes sueltas y seguimientos de globos, para permitir una observación que pudiera ser considerada «permanente».

El objetivo fijado fue la realización de un lanzamiento cada cuatro horas durante al menos cuatro días. Ello obligó a la formación de dos equipos de personal de operaciones, el nocturno dirigido por Álvaro Azcárraga y el diurno por Sánchez Muniosguren, con una hora de coincidencia de ambos para el intercambio de información. El personal en cada puesto de trabajo sería el mínimo necesario, por lo que cualquier problema tendría dificultades para ser resuelto, ya que en caso de fallo en el lanzamiento o en la obtención de datos, se hacía necesario lanzar otro cohete a los pocos minutos. De esta manera pudo realizarse la observación «continua» del 24 de febrero

a las 04:00 Z hasta las 12:00 Z del 28 de febrero, momento en que se terminaron las unidades de vuelo disponibles para la experiencia. Se consiguió plenamente el objetivo fijado gracias a los nuevos medios humanos y materiales antes comentados¹¹⁴.

Entre los lanzamientos efectuados en el marco del Ionosférico con el MPI hubo algunos que merecen ser especialmente tratados. Dos *Skua 2* se lanzaron el 5 de marzo con tan solo cuatro minutos de diferencia entre ambos y con distintos acimutes, a fin de crear nubes de *chaff* separadas entre sí unos 50 km, para poder seguir ambas en el descenso de forma simultánea. Se com-

111 En realidad, ya estaba desde la primera campaña en El Arenosillo, formando parte de la dotación militar del radioteletipo.

112 G. Rose, H.U. Widdel, A. Azcárraga and L. Sánchez: «A payload for small sounding rockets for wind finding and density measurements in the height region between 95 and 75 km»; *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, A. 271, 1972, pp. 509-528.

113 De izquierda a derecha: Arturo Díaz, José Antonio Cortés, Vicente Contreras, José Antonio Conejero y Francisco Maíllo. Fotografía tomada el 20 de diciembre de 1969 y facilitada por Arturo Díaz.

114 Una amplia información sobre este experimento y sus resultados puede encontrarse en la publicación: Luis V. Sánchez Muniosguren: *Estructura de la Alta Mesosfera*; Madrid: Servicio Meteorológico Nacional, 1977 [Publicación A-68].

probó, como se esperaba, que en alturas entre 76 y 91 km los perfiles de vientos obtenidos en ambos casos eran muy semejantes, pudiendo considerarse que no existen variaciones importantes en zonas situadas a distancias relativamente próximas, tal y como puede apreciarse en las proyecciones horizontales de los mismos reflejadas en la ilustración que aparece en esta página.

Otros tres *Skua 2*, lanzados estos en diciembre, tenían también objetivos especiales. Portando una sonda de *Langmuir*, además de la carga característica para determinación de vientos, sirvieron para confirmar que se producía una ionización en los niveles altos de la estratosfera (18 a 35 km), durante o poco después de los calentamientos súbitos, a la vez que se observaba un incremento de los electrones libres hacia los 63 km¹¹⁵.

Se instaló un sondeador ionosférico de incidencia vertical en El Arenosillo que, unido al medidor de absorción ionosférica método A-3 ya existente, permitiría dar apoyo a las campañas de cohetes que se fueran realizando y crear el germen de la futura Estación de Sondeos Atmosféricos¹¹⁶.

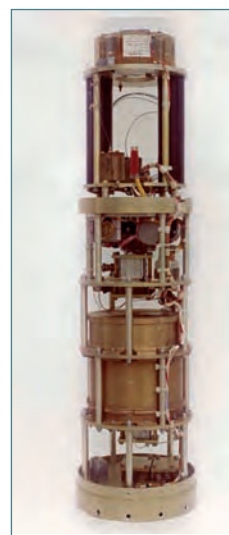
En la reunión del Cospas, organizada en Leningrado por la Academia de Ciencias de Moscú, se presentó un estudio sobre las oscilaciones del viento en la mesosfera, con algunos de los resultados obtenidos este año¹¹⁷. También se regularizaron los intercambios de información con dicha Academia, y El Arenosillo, que ya era miembro del Meteorological Rocket Network (MRN), red meteorológica de campos de lanzamientos de cohetes con ese fin, que se había creado en 1959, y cuyos datos de cohetes meteorológicos se difundían en tiempo real por la red de comunicaciones de la OMM cifrados como mensaje Rocob, pasó a ser miembro adjunto de la red experimental Exametnet¹¹⁸.

En diciembre se efectuó el lanzamiento del segundo prototipo del INTA-255 con una carga útil tecnológica similar a la puesta en vuelo un año antes; las variaciones eran la no inclusión de la determinación de temperatura en las aletas y la incorporación de otros acelerómetros para poder medir vibraciones. El seguimiento óptico fue similar al de las ocasiones anteriores¹¹⁹.

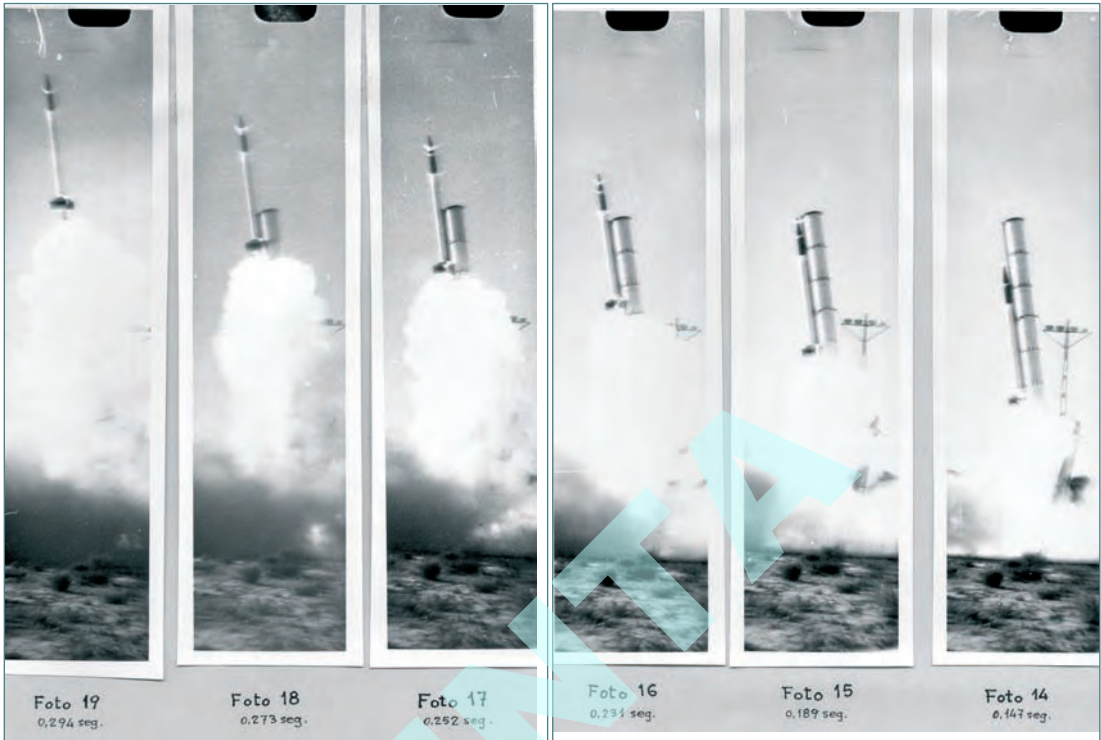
La recepción de la telemetría se hizo utilizando el primer sistema PCM adquirido para El Arenosillo, ya digital, y con canales independientes¹²⁰. Pese a obtenerse los resultados previstos, y a que en ese momento se preveían lanzamientos en el marco del Plan Nacional de Investigación del Espacio (1974-79), sería el último vuelo de este cohete, pues ya se avanzaba en el proyecto del INTA-300¹²¹.



Proyecciones horizontales de las trayectorias de dos nubes de *chaff* producidas con sendos cohetes lanzados desde El Arenosillo el 5 de marzo de 1970¹²². Los números indicados son las altitudes en km. ■



Carga útil del INTA-255. ■



Lanzamiento del segundo prototipo del INTA-255¹²³. 12 de diciembre de 1970. ■

- 115 Más información puede obtenerse en la publicación: G. Rose, H.U. Widdel, A. Azcarraga and L. Sánchez: «Experimental evidences for a transient ion layer formation in connection with sudden ionospheric disturbances in the height range 20-50 km»; *Planetary and Space Science*.1972, vol. 20; Belfast: Pergamon Press, 1972; pp. 871-876.
- 116 Los promotores de estas instalaciones fueron Gerard Rose y Hans U. Widdel, por parte del MPI.
- 117 A. Azcárraga, L. Sánchez and H.U. Widdel: «Measured Wind Oscillations at Atmospheric Levels»; *Space Research XII – Akademie Verlag, Berlín*; 1971 [Presentado en el Cospar, Leningrado, 1970].
- 118 En 1966 se constituía el Exametnet, comprendiendo a Estados Unidos, Brasil y Argentina, países con centros de este tipo en la zona del meridiano 70° W; España ingresó como miembro adjunto en 1970, y Francia, por su campo de la Guayana, lo haría en 1971.
- 119 El equipo estaba formado por Julio Torralbo, Valentín García Pascual y Manuel Lamparero.
- 120 P. Sanz-Aránguez, J.M. Monasterio y L. Rodríguez Martín: *Informe sobre el lanzamiento y ensayo en vuelo del cohete INTA-255 (2º prototipo)*; Torrejón de Ardoz, 17 de febrero de 1971 [Documento interno INTA 2P-RE-44.4/2, de 1971].
- 121 Precisamente Julián Simón y Mariano Vázquez, miembros del equipo, no asistieron al lanzamiento, al encontrarse en el Reino Unido participando en la fase de definición del INTA-300.
- 122 Tomada, con la correspondiente autorización, del trabajo *An evaluation of the scale of mesospheric wind disturbances*, presentado por Azcárraga, Sánchez Muniosguren, Rose y Widdell en la reunión del COSPAR, Seattle, 1971.
- 123 Secuencia (de derecha a izquierda) tomada con la cámara Fastax a intervalos iguales entre 0,147 y 0,294 segundos del instante cero (montaje, realizado por el propio autor, que fue incluido en el *Informe sobre el lanzamiento y ensayo en vuelo del cohete INTA-255. 2º prototipo*, de 17 de febrero de 1971). [Documento interno INTA 2P-RE-44.4/2, de 1971]. Toma con la cámara Hulcher en el instante de la ignición. Toma con la cámara Elget en el segundo uno.

El Programa Tripartito Ionosférico Conie-NASA-CNES, pese a que no pudieran realizarse los lanzamientos en diciembre de 1970, era ya una realidad. En julio se había firmado el acuerdo con la NASA, y con CNES se haría a final de año; las conversaciones con el SMN habían asegurado la participación de este servicio¹²⁴. Se acordó que dos de las estaciones terrestres de observación fueran instaladas en El Arenosillo y en el Observatorio de la Marina en San Fernando (Cádiz); la tercera se pensó ubicarla en Isla Cristina (Huelva), pero las necesidades científicas la llevarían a Doñana, y finalmente las logísticas a la estación destacada en la finca *La Brevia*, en El Puerto de Santa María (Cádiz), gracias a las facilidades dadas por su propietario el infante D. Alfonso de Orleans y Borbón¹²⁵.

Por otro lado, tras los contactos habidos con el profesor Ackerman, se aprobó el acuerdo del Programa Cooperativo de Evolución del Oxígeno Atmosférico con el IAS belga¹²⁶; las fechas tentativas para las operaciones serían las de marzo de 1971. En otro orden de cosas, se finalizaba un anteproyecto de carga útil nacional para el *Skua*, que nunca llegaría a materializarse; en el CCT se propuso, y la Conie aprobó, iniciar estudios de ozono y contaminación, que se encargaría de planificar el SMN; la Junta de Energía Nuclear, JEN, se implicaría en el diseño de una carga útil para un espectrómetro de masas, y el Centro de Investigaciones Físicas (CIF) Torres Quevedo, del CSIC, lo haría en una sonda de *Langmuir* y en la llamada experiencia de *Seddon*, de cuyos lanzamientos hablaremos en su momento.

Cambios en El Arenosillo y nuevos programas (1971-72)

Desde 1969 se habían ido produciendo cambios de personal muy significativos. A algunas bajas en el INTA, había que añadir la de aquellos que volvieron a Torrejón tras su apoyo en las dos primeras campañas¹²⁷. Adolfo Abad había pasado a encargarse de los Servicios Generales y Ángel Fernández Abad fue contratado para dirigir los Radares y los «computadores», ya unidos plenamente en un único equipo de trabajo. Sánchez Muniosguren pasó a Torrejón, integrándose en el equipo del Intasat, y José María Pérez Esnarriaga se encargó por un tiempo de la Meteorología; Alberto Olmos seguía al frente de la Telemedida.

Era, pues, necesario completar una plantilla fija y hacer ciertos cambios de organización. Se precisaba también una jefatura fija que aglutinase todos los esfuerzos y coordinase las actuaciones; en julio de 1971 se nombraba jefe del Campo de El Arenosillo a Manuel Vilches Villar¹²⁸. En fechas próximas Álvaro Azcárraga pasaría a la industria privada, Jesús de Dios se hizo cargo de Meteorología, y se incorporarían los técnicos Alfonso Ramos y Vicente Conejero¹²⁹. Manuel Vilches se encargó además de la Seguridad en Vuelo, mientras que el ingeniero aeronáutico José María Satrústegui, contratado hacía poco tiempo, lo hizo de Operaciones. Este último y Juan Cisneros, ambos des-

de Torrejón, desarrollarían el trabajo de manejo de datos y planificación de experiencias, asistiendo a los lanzamientos que se realizaban en El Arenosillo, para las funciones operativas el primero de ellos, y para las meteorológicas y científicas el segundo.

Se lanzaron 101 cohetes entre los años 1971 y 1972, continuando con los dos programas ya clásicos, el meteorológico con la NASA y el ionosférico con el MPI, e iniciándose tres nuevos, de los que hablaremos con detalle.

En el Meteorológico Cooperativo con la NASA se utilizaron 62 cohetes entre estos dos años. Los diez primeros vuelos fueron realizados con el *Judi-Dart*, pero el 7 de abril de 1971 se efectuó el primer lanzamiento del *Loki-Dart*, lo que suponía la sustitución de uno por otro. Como ya hemos comentado anteriormente, con este dato, encontrado cuando ya estaba dando por finalizada la búsqueda, podemos asegurar que los *Judi-Dart* lanzados fueron 74, siendo 70 los *Loki-Dart* volados.

El nuevo era muy similar a su predecesor, si bien se ha empleado en El Arenosillo con dos modelos diferentes de motores (el SR.71-AD-1 y el *Loki II*), era puesto en el aire desde el mismo lanzador; podía llevar *chaff* y carga útil para determinación de temperatura, de la que existían tres tipos, todas a base de termistor y muy parecidas: las llamadas WOX-1A y *Walmet-1*, operando ambas en 403 MHz, y la Datasonde 501, que lo hacía en 1680 MHz, cuyo receptor ya estaba operativo en El Arenosillo.

De los tres nuevos programas, el primero fue el Programa Cooperativo de Evolución del Oxígeno Atmosférico con el IAS de Bélgica, realizándose cinco lanzamientos, todos nocturnos, entre el 22 y el 24 de marzo de 1971; su objetivo era determinar la evolución del oxígeno mesosférico, mediante la eyección puntual de una nube de óxido de nitrógeno con el que reaccionaría el oxígeno atómico existente. A estas operaciones asistieron los dos científicos belgas principales, Marcel Nicolet y Ackerman, con un equipo de ese instituto que observaba la nube mediante cámaras ópticas.

124 Actas del Comité Ejecutivo de la Conie, de enero y febrero de 1971. Documentos de la Conie núm. 137 y 138.

125 Nombre histórico en la Aviación Militar española. Piloto desde 1910. Concedió todas las facilidades precisas, como era habitual en él, para realizar los trabajos de seguimiento óptico y cualquier otro que se considerara preciso.

126 Acta del Comité Ejecutivo de la Conie, de marzo de 1971 [Documento de la Conie núm. 141].

127 Samuel Estefanía, Francisco Rabadán, Manuel Millán, Antonio Espina, Emilio Polo, Rafael Jiménez, Antonio Abad y Luis Fernández se reintegraron a Torrejón, adonde también cambiaron pronto su destino José Antonio Cortés y Pedro Lacruz, aunque se desplazaban para las campañas de lanzamiento. Vicente Contreras, Jesús Crespo, Ángel Razola y José Antonio Conejero pasaron a empresas privadas. Otros como Francisco Maíllo y Gustavo Castrejón pasaron a distintos grupos de trabajo, continuando en El Arenosillo.

128 Ingeniero técnico aeronáutico que llevaba años en la Sección de Instrumentos de Abordo, de Torrejón. Meses después ascendería a comandante ingeniero técnico aeronáutico. Continuaría como jefe del Campo hasta su pase a la situación de retiro.

129 Documento del Comité Ejecutivo de la Conie [Documento de la Conie núm. 137, de 1971].

El segundo, en sentido cronológico, fue el Programa Ionosférico Cooperativo Conie-NASA-CNES, llamado el Tripartito, en el que también colaboraban, por parte española, el Observatorio del Ebro, el CIF Torres Quevedo, la JEN y el Observatorio Astronómico de Madrid, que se encargaba de la obtención y explotación de espectros de las nubes emitidas¹³⁰. El CNRS de Francia y la Universidad de Berna (Suiza) formaban parte del equipo liderado por el CNES francés. Por parte de la NASA, participó en El Arenosillo un grupo liderado por el científico Arthur C. Aikin.

El objetivo científico de estos lanzamientos era la medición de vientos, la determinación de las variaciones de la densidad electrónica y el estudio de las perturbaciones producidas por las inyecciones de nubes de sodio y de tri-metil-aluminio en esa región ionosférica.

A finales de 1970 se habían iniciado ya las instalaciones de las tres estaciones ópticas en El Arenosillo, en el Observatorio de San Fernando y la destacada de *La Brega*, tras los trabajos geodésicos realizados por el Instituto Geográfico y Catastral (IGC), para la definición topográfica de los puntos, a emplear en la posterior triangulación para determinación de posiciones, y se preparó, en El Arenosillo, la rampa de lanzamiento Sermiot, a usar para el *Centaure*¹³¹.

Se llevaron a cabo cuatro lanzamientos de cohetes *Nike-Cajun* y el mismo número de *Centaure*. Previstos para los días 21 a 27 de abril, las condiciones meteorológicas solo permitieron lanzar el día 26 en que voló primero el *Centaure*, y menos de tres horas después lo hizo el *Nike-Cajun*, completándose así la primera pareja de este programa. Entre el 26 y el 28 de mayo se pusieron en vuelo los otros tres cohetes de cada tipo, también con ligeros intervalos entre algunos de ellos, de acuerdo con las previsiones existentes. La responsabilidad operativa era, claro está, del INTA, con apoyos del CNES y de la NASA, contándose con un equipo de CASA para la manipulación y preparación final de las cargas útiles por esa empresa fabricadas. El se-



Programa Tripartito
CONIE-NASA-CNES
(1971 y 1972)¹³².
Cohetes *Centaure*
y *Nike*. ■



guimiento óptico, desde las tres estaciones indicadas, se hizo por parte del INTA y del CNES con cámaras Kodak K-24¹³³; además en San Fernando se operó otra, esta de las llamadas «balísticas», una Baker-Nunn instalada y manejada por personal del Smithsonian Institute.

El *Centaure*, usado por primera vez en El Arenosillo, era un cohete francés, comercializado por Sud Aviation, de dos etapas; la primera, *Venus*, con 2 m de largo y 177 kg, daba 4,3 s de propulsión; la segunda, *Belier*, proporcionaba empuje durante 20 s y tenía un diámetro de 30,5 cm y una longitud cercana a 3 m, con una masa de 313 kg. Sus cargas útiles, de 53 kg, originaban una masa total a la ignición superior a los 500 kg y más de 6,5 m de longitud, alcanzando una altitud de alrededor de 130 km. Estaban formadas por una sonda para la medida de densidad de electrones y un sistema que eyectaba una nube de sodio, a los 200 segundos del lanzamiento, mediante una carga de 5 kg de TNT, que hacía explosión en el apogeo indicado.

La carga útil del *Nike-Cajun*, cohete ya usado anteriormente en El Arenosillo, tenía una masa de 32 kg y su fin era producir una nube de tri-metal-aluminio (TMA)¹³⁴, para determinación de vientos, en la zona del apogeo, a unos 155 km. Este programa continuaría en 1977 con nuevos lanzamientos y objetivos del mismo tipo.

Dentro del existente Programa Ionosférico Cooperativo con el MPI se lanzaron cuatro *Skua 2* en 1971, dos con *chaff* y otros dos para crear una nube de TMA similar, aunque a menor altura, a las obtenidas con los *Nike-Cajun*. Otras veinte unidades se pusieron en vuelo en 1972; unos equipados con telemedida, otros con *chaff*, y los tres últimos de estos llevando además un sistema de determinación de contenido de oxígeno atómico, mediante la reacción con el óxido de nitrógeno. Con ello vemos que otros tipos de experiencias ya utilizadas en los programas recientemente iniciados (nos referimos concretamente a la del estudio del oxígeno atmosférico llevada a cabo con el IAS) se incorporaban a esta actividad de estudios ionosféricos ya veterana en El Arenosillo.

El tercero y último de los comenzados en este periodo fue el Programa de Determinación de la Densidad de Electrones y de Iones, en cooperación con

130 Acta del Comité Ejecutivo de la Conie, de marzo de 1971 [Documento de la Conie 140, de 1971].

131 El lanzador, una vez culminada la campaña, fue retirado y devuelto a Francia. Regresó a El Arenosillo para la realización de los nuevos lanzamientos en 1977.

132 Las dos primeras imágenes corresponden al *Centaure*; las dos últimas al *Nike* (en la última aparece Luis Martínez Cerrillo).

133 El equipo de personal INTA estaba formado por Juan Pérez Molla, Miguel Ángel Vallejo, Julio Torralbo, Valentín García Pascual y Manuel Lamparero, que fueron turnándose entre las tres estaciones. Las K-24 (lentes de 175 mm y $f = 2,5$) usaban película Royal X Pan, lo que permitía exposiciones de hasta 5 segundos.

134 Realmente era una mezcla de 80% de tri-metil-aluminio y 20% de tri-etil-aluminio, que se eyectaba por nitrógeno a presión.

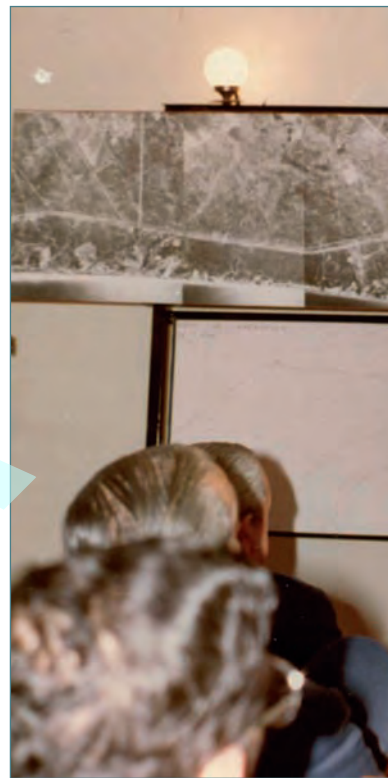
la NASA, consistente en el lanzamiento de un *Nike-Apache* el 3 de julio de 1972 y un *Nike-Cajun* tres días después; su objetivo era el estudio de la composición iónica de las capas D y E. Las cargas útiles llevaban un espectrómetro de masas, para la determinación de iones, una experiencia de rotación *Fardada* para la detección de electrones, un magnetómetro, un sensor solar y, únicamente en el caso del *Nike-Apache*, un detector de partículas, similar al que pronto volaría en una misión espacial de la NASA.

El *Nike-Cajun*, viejo conocido en El Arenosillo, y el nuevo *Nike-Apache* eran dos cohetes considerados gemelos, pues si bien usaban distinto motor de segunda etapa, las características y actuaciones de ambos vehículos, aunque con diferentes capacidades de carga útil, eran muy semejantes. No obstante conviene decir que el *Apache* usaba un propulsante más moderno y tenía un tiempo de combustión de 6,4 s en vez de los 3,4 del *Cajun*.

El *Nike-Apache* se lanzó en condiciones de vuelo normales, para que el estudio se realizase en condiciones supersónicas y el *Nike-Cajun* se utilizó lastrado, para poder efectuar la experiencia en régimen subsónico con el fin de no tener onda de choque, siendo así «real» la medida. Las fechas en que tuvieron lugar las experiencias coincidieron con el periodo de lluvia meteorítica asociada al cometa *Encke*, detectándose iones metálicos originados al entrar los meteoritos cometarios en la atmósfera terrestre. Se obtuvo así un perfil de densidad de electrones entre 70 y 100 km, que se usaría para normalizar la composición iónica. Las cargas útiles disponían además del denominado *tone-range* que permitía, con la estación existente en tierra, obtener la trayectoria por diferencia de fase entre el tono transmitido desde tierra y el recibido de la carga útil, determinándose así los ángulos de acimut y elevación. La experiencia se completaba además con mediciones efectuadas desde tierra con el ionosondeador cedido por el MPI e instalado en El Arenosillo unos años antes¹³⁵.

Por estas fechas, se decidió la instalación en El Arenosillo de una estación para recepción de señales del futuro satélite Intasat. Además se continuó con las mejoras de instalaciones y equipos, destacando la de telemedida que, para las campañas de estos años, ya contaba con su receptor en 1680 MHz; también se construye e instala un botiquín para asistencias urgentes.

En estos años, se prosiguió con la divulgación de datos y la publicación de estudios sobre los resultados de las campañas realizadas. *La Circulación en la Alta Estratosfera y sus actuaciones*, por Azcárraga y Cisneros, presentada en el Exametnet, y *The Stratospheric Circulation over Middle Atlantic Latitudes in the 1966-1971*, por Juan María Cisneros, expuesta en el Grupo de trabajo WG VI de la XV Reunión Plenaria del Cospar de 1972 en Madrid, son dos de los ejemplos.





Primera mitad de los años 70. El director del Centro, Manuel Vilches, dando explicaciones a una visita. Ionosonda¹³⁶, germen de la actual ESAt. Vista parcial de la sala de telemedida¹³⁷. Taller de Montaje con una preparación masiva de cohetes *Skua*. ■

Capítulo 7

EL MPI Y EL DFVLR. LAS CAMPAÑAS HUELVA (1973-78)

En los años 1973 y 1974 se continuó el Programa Ionosférico con el MPI, lanzándose 27 *Skua 2*, y otros cinco del nuevo *Skua 4*, nuevo modelo de la familia, cuya particularidad era la de contar con cuatro *Chick* en su sistema acelerador, que era además reutilizable, con lo que conseguían altitudes superiores a los 90 km¹³⁸.

Ambos vehículos iban equipados con *chaff* para el estudio de las corrientes y turbulencias atmosféricas, y algunos de los *Skua 2* y la totalidad de los *Skua 4* portaban una sonda para determinación de oxígeno atmosférico y otra para medida de la

cantidad de electrones, cuyos datos eran enviados por telemedida. Un *Skua 2*, lanzado el 19 de octubre de 1973, estaba además equipado con un prototipo de radioaltímetro, operativo en 137,2 MHz, que permitía determinar distancia y altura; por ello, ya comprobado en este vuelo tecnológico, sería incorporado en posteriores lanzamientos de la campaña de anomalía invernal 1975-76.

Dentro del Programa Meteorológico Cooperativo con la NASA, se hicieron en 1973 los nueve últimos lanzamientos; se usaron cohetes *Loki-Dart* con sonda *Walmet* para medida de temperatura y *chaff* para determinación de perfiles de vientos. El interés de la NASA había ido disminuyendo, aunque todavía continuarían durante más de diez años los contactos de El Arenosillo con esa agencia.

135 Juan María Cisneros y Alberto Olmos: «Noticias de Arenosillo»; *Antena de Telecomunicación*, núm. 47; Madrid; pp. 41-45.

136 Medidor de absorción ionosférica (método A-3) que registra la absorción de la capa D. A la derecha de la imagen aparece parte del ionosondeador. Fotografía facilitada por Sánchez Muniosguren.

137 Esta fotografía y la siguiente han sido facilitadas por Pedro Lacruz. La primera proviene del archivo de José Narbona /INTA.

138 El precio era de mil cien libras esterlinas para el cohete y un coste similar para el sistema acelerador. Los primeros cohetes presentaron problemas en la separación del carretón de este sistema al salir del lanzador, por lo que MPI y BAJ tuvieron que proceder a la modificación del diseño.

El inicio de nuevos programas. La astronomía llega a El Arenosillo

Al desaparecer el anterior, se inició un programa meteorológico de carácter nacional, que pronto se iría dirigiendo hacia los estudios de la física atmosférica y del ozono, liderados por Juan Cisneros, de INTA-Conie, con colaboración del SMN, y finalizaría enlazando con otras participaciones internacionales (los proyectos Globus y Dyana, de los que hablaremos más adelante). Comenzó en 1974, lanzándose los nueve últimos *Loki-Dart*, para medida de temperatura y perfiles de vientos. Además, el 16 de enero ya se había puesto en el aire el primer *Super Loki-Dart*, al que denominaremos, en lo sucesivo, como siempre lo hicimos, simplemente *Super Loki*, y que será el que dé continuidad con distintas cargas útiles a este Programa Meteorológico Nacional.

El *Super-Loki* mejoraba las características de los dos anteriores HASP, tanto en apogeo como en capacidad de la carga útil, y sería, a partir de este momento, el utilizado en El Arenosillo para todos los programas de tipo meteorológico y de estudios atmosféricos. Su lanzador era helicoidal, produciéndose el giro por deslizamiento de las aletas del dardo, y no precisaba protección tubular externa, lo que recordemos tenía el lanzador empleado para los anteriores *Judi-Dart* y *Loki-Dart*.

Por otro lado, El Arenosillo iba a entrar pronto en el campo de los estudios astronómicos. Ya a finales de 1972, los buenos resultados obtenidos en el Programa Ionosférico y en el de las Mareas Mesosféricas, realizados en colaboración con el MPI, habían inducido a este Instituto a planificar campañas en El Arenosillo, para hacer experiencias de otro tipo, por algunos de los centros que formaban parte del mismo. Para ello contaría además con el Deutsche Forschungs-und Versuchsanstalt für Luft-und Raumfahrt, el Dfvlr, que se encargaría de la participación operativa, a través de su base móvil de cohetes, Mobile Raketenbasis (Moraba), siendo R. Klein y K. Zdarsky los responsables de operaciones por parte alemana¹³⁹. El citado Dfvlr, que les dio el nombre genérico de campañas *Huelva*, realizaría también otras operaciones ajenas al MPI.

Por ser de necesidad para las mismas, y para mejorar las posibilidades operativas del campo, se había finalizado la colocación de una torre anemométrica de 100 metros¹⁴⁰, que permitiría conocer en todo momento el perfil de vientos hasta esa altura. Una explanada de hormigón se preparó para la ubicación del radar MPS-36, que aportaría Moraba; la instalación eléctrica fue potenciada y se aumentó la iluminación en la zona de rampas para ofrecer mayores facilidades en los lanzamientos nocturnos. El citado radar únicamente lo trajeron para este primer grupo de campañas, pues tenía frecuentes averías y no lo consideraron en adelante necesario, en vista de los correctos seguimientos de los radares de El Arenosillo.





Campañas con el MPI y Moraba. Equipos¹⁴¹. Caravanas y antenas de telemida. Radar MPS-36. Láser para alineación de las cargas útiles astronómicas. ■

Capa de Ozono gestionada por la OMM¹⁴².

Se construyó una nueva plataforma sobre la que instalar el lanzador MAN, que aportaba Moraba. Se trataba de un lanzador de tipo universal en el que podían colocarse dos tipos de railes; el menor era de 13,3 metros, y el mayor, el instalado en El Arenosillo, medía 17,2 metros, lo que permitía una longitud útil de deslizamiento de 12,5 metros. Con él se podrían lanzar no solo los cohetes *Skylark* de los que iba a encargarse el equipo alemán, sino también otros como el primer prototipo del cohete INTA-300, para lo que previamente se adiestró al personal del campo y al del equipo de proyecto que iban a operar dicho cohete; próxima a la mencionada plataforma se construyó también el blocao, o *blockhouse*, como siempre se le ha denominado en el campo, para efectuar el disparo sin riesgo desde el citado lanzador.

Continuaron las mejoras en la estación de telemida y se adaptaron lugares para el emplazamiento de los equipos alemanes aportados, para el mismo fin, por Moraba, que pronto cambiarían de sitio, acercándolos a la estación propia de El Arenosillo, para apoyarse en su laboratorio y en su personal, y dado que les proporcionaba además la codificación del tiempo en sistema IRIG B. Se mejoraron la interferencia interior y otros servicios del campo y, no mucho después, se instaló un medidor de espesor total de la capa de ozono, el espectrofotómetro *Dobson*, con lo que la Conie, el INTA y El Arenosillo, pasarían a ser pioneros en los estudios del ozono atmosférico en nuestro país; este equipo fue pronto integrado en la Red Mundial de Observación de la

139 El Dflvr cambiaría su nombre posteriormente, denominándose Deutsches Zentrum für Luft-und Raumfahrt (DLR). Moraba, con el mismo nombre y acrónimo sigue en la actualidad integrado en ese nuevo centro.

140 Sustituyó a la de 30 metros instalada en 1968 y continúa aún siendo uno de los símbolos del campo.

141 La segunda fotografía es del archivo de José Narbona/INTA. Las otras dos fueron realizadas por Karl Parlosch/Moraba y facilitadas por Peter Turner, actual director del citado centro alemán.

142 El equipo fue adquirido en 1975 con cargo al primer proyecto de estudio del ozono atmosférico y de la radiación ultravioleta solar desarrollado en España, concebido y dirigido por Juan Cisneros y financiado por la Caicyt.

Los *Skylark* eran una familia de cohetes británicos, cuyo diseño se debió al Royal Aircraft Establishment (RAE), de Farnborough y al Rocket Propulsion Establishment (RPE), de Westcott. Existieron diferentes modelos, comercializados por British Aircraft Corporation Ltd, (BAC)¹⁴³, en Filton, Bristol, Reino Unido, llegándose al *Skylark 15*. La rotación del vehículo se conseguía con un número diferente de motores de giro para cada modelo. En la siguiente tabla se reflejan las características de los modelos volados en El Arenosillo, siendo los datos cuantitativos los teóricos para lanzamientos a 85° de elevación, con la carga indicada.

Características y apogeos típicos de los cohetes *Skylark*.

Cohete	<i>Skylark 3</i>	<i>Skylark 4</i>	<i>Skylark 6</i>	<i>Skylark 7</i>
Campañas	<i>Huelva 5</i>	<i>Huelva 1 y 2</i>	<i>Huelva 3 y 4</i>	<i>Huelva 7</i>
Primera etapa	<i>Cuckoo I A</i>	<i>Goldfinch IIA</i>	<i>Goldfinch IIA</i>	<i>Goldfinch II</i>
Tiempo combustión	4 s	3,7 s	3,7 s	3,7 s
Masa	265 kg	408 kg	408 kg	423 kg
Longitud	1,23 m	2,48 m	2,48 m	2,48 m
Segunda etapa	<i>Raven VI</i>	<i>Raven VIII</i>	<i>Raven VI C</i>	<i>Raven XI</i>
Tiempo combustión	30 s	30 s	30 s	30 s
Masa	1217 kg	1018 kg	1160 kg	1290 kg
Longitud	5,34 m	5,34 m	5,34 m	5,45 m
Carga útil				
Masa	308 kg	162 kg	284 kg	250 kg
Longitud	4,91 m	3,01 m	4,42 m	4,91 m
Total				
Masa	1790 kg	1588 kg	1852 kg	1963 kg
Longitud	11,48 m	10,83 m	11,75 m	12,84 m
Apogeo	119 km	233 km	270 km	295 km

Fruto de estos programas fueron tres lanzamientos del nuevo *Skylark 4*, con los que se completaba la cifra de 36 cohetes volados en 1973. Otro *Skylark 4* y un *Skylark 6* se pondrían en vuelo en 1974, año en el que se llegó solo a 21 cohetes; eso sí, manejando siete tipos diferentes, al unirse el primer lanzamiento del INTA-300. Pero, dada la importancia y la novedad de los mismos y, en algunos casos, las particularidades de sus experiencias y de su operatividad, vamos a tratar de verlos con detalle a continuación.

La *γ-Orion* y el cometa *Kohoutek*. La nebulosa del Cangrejo

Estos primeros *Skylark* portaban experiencias preparadas por el MPI para la Física Extraterrestre, conocido como MPE, y comprendidas en el Programa Nacional Alemán a Medio Plazo, financiado por el Ministerio de Ciencia y Tec-

nología de la entonces RFA. Recordemos que la parte tecnológica alemana corría a cargo del Dfvlr y de su campo móvil Moraba¹⁴⁴.

Cuando ya se había establecido un primer acuerdo con esas instituciones para la campaña *Huelva 1*, a fin de realizar un lanzamiento para la observación del cometa *Kohoutek*, se firmó otro para la *Huelva 2*, con lo que se mejoraba el acuerdo anterior, al programarse dos vuelos previos al primeramente acordado y otro posterior al mismo, usando cargas útiles que habían sido preparadas para la ESRO. Serían, pues, un único lanzamiento el correspondiente a la campaña *Huelva 1* y tres los programados dentro de la *Huelva 2*; sin embargo, dos corresponderían al Programa de Espectrografía del Cometa *Kohoutek* y los otros dos al Programa de Fotometría de la Estrella γ -Orion. Para mejor aclararlo, vamos a hablar de ellos de forma cronológica.

El primer lanzamiento fue el realizado en la madrugada del 2 de octubre de 1973, con un cohete *Skylark 4*, portador de la carga útil S-93, y único de ese tipo programado en la campaña *Huelva 2*. Se trataba de una carga tecnológica, con una experiencia, consistente en un espectroscopio en ultravioleta para el estudio de cometas, en la longitud de onda de 1100 a 3500 Å, que, en este vuelo, se orientaría hacia una estrella como fuente de luz, y que habría de ser recuperada para, en otra operación posterior, ser utilizada para realizar la experiencia dirigiéndola al propio cometa. El objetivo científico concreto era determinar la distribución de la intensidad espectral, en este caso de la estrella, entre las longitudes de onda indicadas. Es importante tener en cuenta que las únicas observaciones realizadas anteriormente en esta zona del espectro lo habían sido de la radiación α del cometa *Tago-Sato-Kosaka*, en 1970 por los satélites OA02 y OG05, lo que había permitido establecer una mejor teoría de la forma y composición de estos cuerpos celestes.

La carga útil, integrada por Dornier Systems, con una masa de 205 kg, conseguiría un apogeo de unos 216 km. Portaba un sistema de control de actitud tipo *Astrid*, para apuntamiento a la estrella, un transpondedor y un emisor de telemetría en 240,2 MHz, así como un sistema estabilizador para disminuir vibraciones y asegurar el adecuado balanceo para permitir su recuperación. Una vez eyectada, la carga descendió correctamente y fue seguida por los radares de El Arenosillo hasta una altitud de 900 metros sobre el océano Atlántico, a unos 139 km de distancia del campo y a los 13 minutos del lanzamiento. Fue recogida en una operación, laboriosamente programada y dirigida por el jefe de El Arenosillo, Manuel Vilches; se realizó en plena noche, con el apoyo de dos aviones Grumman de la Base Aérea de

143 Posteriormente British Aerospace (BAe).

144 Para el estudio de cada una de las campañas *Huelva* se ha utilizado el correspondiente «manual de campaña» elaborado por el Dfvlr y el GSOC.

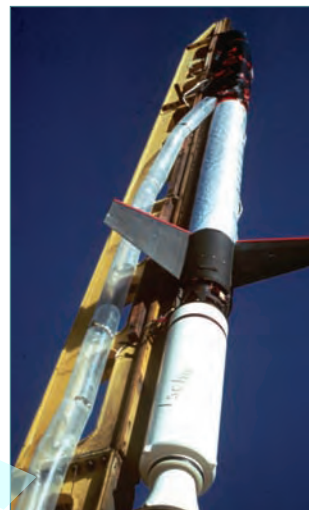
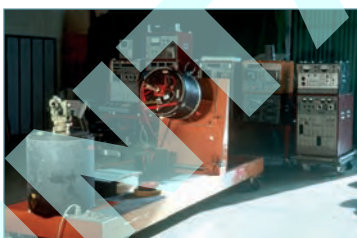
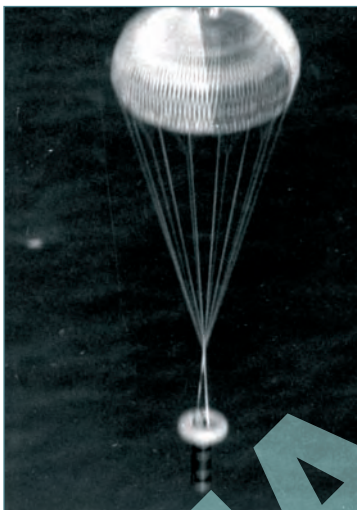
Jerez, y recogida por un remolcador de la Armada, que la depositó en el puerto de Huelva, lo que permitió conseguir todos los objetivos científicos.

Cuatro días más tarde fue el segundo de estos lanzamientos, asimismo de la campaña *Huelva 2*; se trataba de otro *Skylark 4*, correspondiente al denominado Programa de Fotometría de la Estrella γ -Orion. Lanzado de madrugada, portaba la carga útil S-92, cuyo objetivo era la determinación de la fotometría absoluta de una estrella brillante y caliente en el campo de la longitud de onda de 1100 a 2200 Å, con el fin de resolver el problema existente en la calibración de la intensidad absoluta de los satélites astronómicos en el extremo ultravioleta. Para ello se utilizaba una estrella como patrón, la γ -Orion (la tercera con más brillo de ese grupo), y cualquier otra medida que se hiciera en lo sucesivo se haría refiriéndola a ese patrón.

La carga útil, consistente en un telescopio y un fotómetro que permitía garantizar una resolución espectral mejor de 100 Å, había sido integrada por el propio instituto investigador; disponía del mismo tipo de control de actitud que la anterior, de transpondedor y de telemedida FM-FM en 245 y 252 MHz. Con una masa de 122 kg, alcanzó 265 km de altura. Todos los que vivieron aquel momento lo recuerdan como «la noche azul», para la que hubo que esperar ocho días, esperando a que se produjera lo que era exigencia de la experiencia, un cielo sin nubosidad alguna.

El tercer lanzamiento de la campaña *Huelva 2* fue en la madrugada del 27 de noviembre. Otro *Skylark 4* puso en vuelo la carga S-74, similar en todo a la S-92 lanzada cincuenta días antes, formando parte del comentado Programa de Fotometría de la Estrella γ -Orion, habiéndose conseguido en ambos casos todos los objetivos científicos perseguidos¹⁴⁵.

El 12 de enero de 1974 se lanzó el cuarto *Skylark 4* que correspondía a la campaña *Huelva 1*, la primera de las programadas, y que formaba parte del Programa de Espectrografía del Cometa Kohoutek. El experimento consistía en una espectroscopia ultravioleta de un cometa en las longitudes de onda de 1100 a 3500 Å, usando la propia carga útil ya lanzada y



Campañas con el MPI y Moraba.
Recuperación de la carga útil lanzada el día 2 de octubre de 1973¹⁴⁶.
Skylark con la manguera de nitrógeno para el enfriamiento de los equipos ópticos.
Preparación de la carga útil en el taller de montaje.
Pegatina de la campaña *Huelva 2*.
Vista nocturna. ■



recuperada la noche del pasado 2 de octubre. El cuerpo celeste elegido había sido el *Kohoutek 1973F*, situado en la constelación de *Hydra*, y que por el cálculo de su órbita iba a acercarse mucho al Sol. Este cometa había sido descubierto por Lubos Kohoutek el 23 de marzo de 1973. Es bastante brillante para la distancia a que, ordinariamente, se encuentra de la Tierra. En esta ocasión se acercaría a unos 20 millones de kilómetros, en vez de los 48 del *Bennet* y los 55 del *Halley*, lo que hacía que se pensase que iba a ser «un gran espectáculo».

El interés de la observación radicaba en la propia constitución del cometa, una mezcla de hielo, gases y polvo, que únicamente se puede apreciar cuando se acerca a más de 150 millones de kilómetros del Sol. La elección de ese margen de longitudes de onda se debía a que el espectro de un cometa, en las longitudes inferiores a 3000 Å, contiene solo

Nuevo cohete *Super Loki* en su lanzador con las conexiones preparadas. Sistema acelerador del nuevo *Skua 4*¹⁴⁷. Nuevo edificio de Control y Telemida (c. 1974). ■



emisiones de radicales libres y átomos, y la información que se obtuviera ayudaría a investigar los procesos de formación de moléculas y la desintegración de la atmósfera «pasajera» del cometa, así como la formación de iones.

La carga útil, integrada por el propio MPI, con más de 160 kg, permitía que la radiación procedente del cometa entrase por una ventana e incidiese sobre un enrejado de 1200 líneas por milímetro; para ello, el cometa debía estar entre 35 y 55° de posición angular con el eje de la experiencia científica, lo que se conseguía con el mismo control de actitud del que disponían las anteriores cargas.



145 Otro lanzamiento previsto en esta campaña era el de la carga S-96, que nunca llegó a volar.

146 Las fotografías superior derecha, central izquierda e inferior corresponden al archivo de Karl Partosch/Moraba. La superior izquierda es una fotografía inédita, encontrada en mis archivos personales, tomada, probablemente con una cámara K-24, desde el helicóptero que intervino en la recuperación.

147 Más complejo que el anteriormente utilizado y totalmente metálico; pueden apreciarse las tres vigas de unión entre placas, los dos botes para los paracaídas y tres de los cuatro motores *Chick*.

Las condiciones astronómicas requeridas para la realización de la experiencia, que precisaba de la no existencia de interferencias solar ni lunar, exigían:

- Elevación del Sol (desde el suelo).....< -20°
- Elevación de la Luna (desde 250 km de altura)< 0°
- Elevación del cometa (desde el suelo)> 10°

Otros requerimientos especiales para el experimento eran también estrictos en cuanto a humedad y temperatura, imponiendo además la exigencia de argón fluyendo para evitar el calentamiento de la carga útil en el lanzador. El apogeo se alcanzó a los 230 km y 249 segundos de vuelo, pero no pudieron cumplirse todos los objetivos científicos al producirse un fallo en la apertura de la experiencia.

En la madrugada del 7 de octubre de 1974 tuvo lugar el primer lanzamiento de un *Skylark 6*, único de la llamada campaña *Huelva 3*, correspondiente al Programa de Medida de la Radiación de la *Nebulosa del Cangrejo*, cuyo objetivo era medir el flujo de rayos X de la *nebulosa del Cangrejo* mientras estuviera oculta por la Luna. La experiencia, denominada *Crab* y con la identificación SL 1304 (Astro 9), era fruto de un programa conjunto de la Universidad de Leicester, el Instituto Astronómico de la Universidad de Tübingen y el MPI para la Física Extraterrestre (MPE).

Las ocultaciones de la *nebulosa* por la Luna acaecerían entre marzo de 1974 y agosto de 1975, comenzando cerca del polo Norte para ir después moviéndose hacia el sur, con lo que el día óptimo desde Huelva era el 7 de octubre del primero de esos años, momento en que la separación entre el Sol y la *nebulosa del Cangrejo* sería de 112°, lo que daba unas excelentes condiciones para realizar la experiencia en El Arenosillo. La observación permitiría determinar un perfil detallado de la fuente de rayos X, con lo que investigar la extensión angular de la *nebulosa* a fin de comprobar que la misma decrece con el incremento de la energía; el estudio de la estructura de los rayos X de la *nebulosa* posibilitaría también obtener datos sobre su propia estructura, y el espectro de sus diferentes regiones ofrecería la posibilidad de nuevos conocimientos sobre las variaciones del contenido de electrones, del campo magnético y de la radiación X de origen térmico.

Para ello se usaban dos sistemas de detección a fin de cubrir el campo de energía entre uno y doscientos keV: la Universidad británica de Leicester había preparado un detector bañado con argón y helio para cubrir el campo entre uno y treinta keV, y la alemana de Tübingen y el propio MPE habían hecho lo mismo con un «contador de centelleo» para las señales entre 20 y 200 keV. La carga útil, con 271 kg de masa, había sido integrada por BAC y portaba, además de una parte tecnológica consistente en un sistema *tone-range* preparado por el Dfvlr, un sistema eyector, un transpondedor y telemidas en

240, 245 y 252 MHz. Las aperturas de las ventanas para la observación se realizarían a los 81 segundos y 91 km de altura, y se alcanzaría el apogeo a los 193 km y 225 segundos de vuelo.

El primer INTA-300

Otro acontecimiento se produjo solo dos días después, el 9 de octubre de 1974; fue el lanzamiento del primer prototipo del cohete INTA-300, utilizando el lanzador MAN aportado por el Dfvlr¹⁴⁸.

Se trataba de un cohete de dos etapas diseñado en cooperación con BAJ, cuyo objetivo era llevar una carga útil de 50 kg, en un volumen de 40 dm³, a 300 km de altura; de ahí la denominación de INTA-300, aunque también se le dio, sin mucho éxito, el nombre de *Flamenco*, y BAJ denominó a su variante británica como *Fulmar*. Su diámetro era el mismo que el del INTA-255; la primera etapa estaba constituida por el motor *Aneto*, de 3 segundos de combustión, que llevaba un motor de giro en cada una de sus cuatro aletas para así producir una disminución en su dispersión; un conjunto cilíndrico interetapas para unión con la segunda etapa llevaba el sistema de ignición de esta y el diafragma de separación; tras un periodo sin combustión, ese motor, el *Teide*, daba 16 segundos de propulsión. La longitud total del vehículo era de 7,28 metros con un masa al lanzamiento, incluida carga útil, de 503 kg.

Al tratarse de un prototipo, la carga útil tecnológica enviaría determinaciones de aceleraciones axial, de cabeceo, de guiñada y de giro; de presión del motor *Teide*; y de temperaturas en la base y en la punta de la ojiva, en las cubiertas de telemetría, exterior de la carga útil y en la propia del motor *Teide*, así como en la aleta de la segunda etapa. El transmisor utilizado era el U-18 de la firma EMI, en 444 MHz¹⁴⁹.

El lanzamiento se produjo a las 08:40 Z, tras una «larga noche» en la que, a la fina lluvia que cayó durante algunos periodos de la cuenta atrás, hubo que añadir los problemas que se fueron sucediendo a lo largo de la misma y que afortunadamente pudieron ser resueltos tras varias detenciones en la cuenta. Aquellos momentos y los de la salida del lanzador, observar el giro del cohete y apreciar el humo de encendido de la segunda etapa, no creo que

148 Como hemos indicado anteriormente, el diseño y el entrenamiento para el lanzamiento en este lanzador se había realizado por el equipo de proyecto en el invierno de 1973/74.

149 Diremos que han sido de gran utilidad las múltiples notas técnicas correspondientes al Programa INTA-300 y la documentación interna de El Arenosillo. En el caso de este primer prototipo se han utilizado principalmente las siguientes:

J. Simón, A. Mateo y M. Vázquez: *INTA-300. Proyecto de cohete. Biografía del primer prototipo del cohete INTA-300*; Torrejón de Ardoz: INTA, 1975 [Documento NT-15/021, de 15 de noviembre de 1975].

J. Simón Calero, A. Mateo, M. Vázquez, J. Jadraque, L. Rodríguez y A. Rodríguez: *INTA-300. Proyecto de cohete. Resultados del lanzamiento del primer prototipo del cohete INTA-300*; Torrejón de Ardoz: INTA, 1975 [Documento NT-16/022, de 15 de noviembre de 1975].

sean fácilmente olvidados por ninguna de las personas que habíamos intervenido en su proyecto¹⁵⁰.

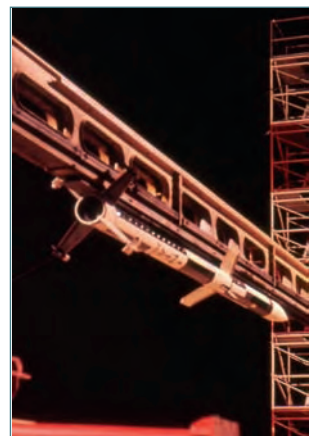
Un equipo fotográfico del INTA¹⁵¹, empleando cuatro tipos de cámaras diferentes, obtuvo fotografías de la salida del lanzador y de la primera parte del vuelo, observándose también los deseados detalles que mostraban el encendido de los cuatro motores de giro y de la propia rotación del cohete, así como la ignición de la segunda etapa. La cámara Fastax, situada a 50 metros del lanzador, fotografió la salida del lanzador y los primeros 10 metros de vuelo; la Hulcher, colocada a 100 metros, lo hizo hasta los 50 metros; la Mitchell, ubicada a 1500 metros, permitió fotografiar hasta los 450 metros de altura, y la P-2, instalada en el apuntador visual del radar aseguró su trayectoria en toda la parte visible de la misma.

Las informaciones obtenidas por los dos radares del INTA, uno de los cuales seguía la primera etapa y el otro lo hacía al resto del vehículo, y el de Moraba indicaban que se había alcanzado una altitud de 255 km portando una carga útil de 55 kg. Los datos de la carga útil fueron recibidos por un receptor de telemidida EMI de sintonía variable, y por tanto con dificultades en la recepción, lo que obligó a colocar una antena selectiva de varios elementos, para así mejorar la ganancia, y registrados en cinta magnética.

Se apreciaron algunas oscilaciones laterales en el periodo de vuelo inter-etapas (periodo comprendido entre el fin de la primera etapa y la ignición de la segunda), que desaparecieron al iniciarse la segunda etapa. Tres prototipos más serían lanzados, como en su momento veremos, uno de ellos portando una carga útil científica.

Otras incorporaciones de personal se habían ido produciendo en estos años: el especialista de Aviación Federico Soubrier¹⁵² y el técnico Juan Guilo habían hecho al grupo de Radares; el también especialista Jerónimo Amorós lo hizo al de Telemidida, al que Luis Ricca se incorporó como jefe en 1974, sustituyendo a Alberto Olmos, que había marchado a la industria privada; Dolores García Andreu se hizo cargo de la oficina administrativa y también ingresaba Antonio Hernández¹⁵³.

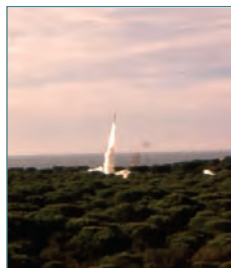
Se continuaban realizando mejoras en El Arenosillo para adaptarlo a las necesidades de los programas en ejecución y a los previstos; entre ellas destacan las realizadas en rampas, taller y almacenes de cohetes, y sobre todo la



Primer prototipo del INTA-300. Lanzado el 9 de octubre de 1974.

¡La separación se ha producido, todo ha ido bien!¹⁵⁴

Pegatina conmemorativa. Dos vistas en el lanzador MAN. Lanzamiento. ■



modificación de un lanzador *Skua*, para permitir lanzar los *Petrel*, cuyas señales de telemida emitidas desde el interior del propio lanzador debían ser recibidas; para ello, se sustituyó el cuerpo superior, antes metálico, por otro de fibra de vidrio, de manera que permitiera el «enlace directo» entre el cohete, en esas condiciones, y la estación de telemida.

El satélite Intasat

Días después del lanzamiento del INTA-300, el 15 de noviembre de ese 1974, se puso en órbita el satélite Intasat, el primero del INTA y también el primero que España enviaba al espacio, y El Arenosillo sería uno de los puntos de recepción de datos científicos. Es necesario remontarse unos años en el tiempo para comentar, si bien de forma muy breve, el proceso de definición y preparación del mismo y el porqué de esa importante relación con El Arenosillo.

Ya en 1968 se había decidido impulsar el proyecto de un satélite y se habían iniciado los primeros estudios con la firma británica HSD, realizándose una fase de viabilidad que permitió establecer un sistema modular para facilitar su integración. El proyecto, cuyo director era José María Dorado¹⁵⁰, se consideraba, en ese primer momento, netamente tecnológico, y la experiencia a realizar sería el estudio del comportamiento de un sistema de control de asiento, no previéndose experimento científico alguno, dado el exiguo presupuesto asignado, y el, al menos aparente, escaso interés mostrado por la comunidad científica.

Había que estudiar el sistema de inyección en órbita y se barajaron todas las opciones, si bien realmente existía una sola. Las posibilidades soviéticas y europeas estaban descartadas; la primera, por razones políticas, obviamente; y la segunda por la no conveniencia de usar el pequeño lanzador francés *Diamant*, así como la no existencia de otras alternativas en ese momento¹⁵¹; quedaba solo la colaboración americana, pero el presupuesto no permitía la «compra de un lanzamiento»; se imponía, pues, negociar el uso

150 El equipo de trabajo desplazado estaba integrado por el jefe de Proyecto Julián Simón; Ángel Mateo, Mariano Vázquez, Robustiano Álvarez, Enrique Gutiérrez y Gonzalo Angona formaban el grupo de montaje; y Luis Rodríguez y Agustín Rodríguez se encargaban de la carga útil y de los sistemas electrónicos de ignición. Además de estos y del personal directivo (Pérez del Puerto, Martínez Cerrillo, Gabriel Peña), otro personal del INTA asistió al lanzamiento; Aurelio Puch lo haría como experto de electrónica.

151 Dirigido por Julio Torralbo y en el que participaron Ana María Martín, Manuel Lamparero y Rafael Blesa.

152 Durante muchos años se encargó, con plena efectividad, de la seguridad en el campo.

153 Fallecido, aún joven y en activo, cuando me encontraba escribiendo estas páginas.

154 La pegatina fue diseñada por José Laguna, con la colaboración de personal del equipo de proyecto. La fotografía del lanzador de noche, en posición horizontal, fue realizada por el autor. La del lanzador en pie, proveniente de los archivos de José Narbona, ha sido facilitada por su hijo, Jesús Narbona. La del lanzamiento la ha facilitado Agustín Rodríguez. La que muestra la estela, apreciándose la separación de etapas, fue realizada por el autor.

155 Persona que recordemos había colaborado años atrás en la instalación de El Arenosillo.

156 Aprovechamos para recordar que el primer lanzamiento de un cohete lanzador europeo no se llevaría a cabo hasta 1979.

de un cohete inyector «compartido». En las primeras negociaciones, la NASA exigía la incorporación de alguna experiencia científica, lo que hizo que se comenzara un estudio por el INTA, del que se designó responsable a Luis Sánchez Muniosguren¹⁵⁷.

El INTA propuso inicialmente la incorporación de un detector de radiación y solar de energías mayores de 50 MeV, pero la NASA no era partidaria de ello, y proponía una experiencia ionosférica, al considerar que la ionosfera, que era un tema de estudio importante en aquella época, era preferente para España, ya que de forma aislada por el INTA y la Conie o en colaboración con otros centros nacionales o extranjeros, había empezado a escribir la historia de esos estudios en El Arenosillo; lo que era una clara alusión a las colaboraciones con el Observatorio del Ebro y con el alemán MPI, y las habidas con la propia NASA y el CNES francés a través del Programa Ionosférico Tripartito.

De esta forma se decidió que la experiencia fuera el llamado faro ionosférico, que permitiría la obtención de datos científicos sobre la densidad global de electrones. A finales de 1971 se había finalizado la determinación de la misma y al año siguiente se firmaría el acuerdo INTA-NASA para el lanzamiento del satélite, lo que permitió conocer la órbita y dejar cerrada la definición del objetivo científico y su realización. No obstante, «en el último momento», se añadió, a petición de la NASA, una experiencia para verificar el comportamiento de los circuitos C-MOS ante la radiación en las condiciones de vuelo del satélite. Se diseñó el sondeador embarcado, siendo Francisco Mata el autor de los proyectos del transmisor a bordo del satélite y de la estación receptora en tierra. Tanto el transmisor como tres estaciones receptoras fueron fabricados por la Sección de Electricidad y Electrónica del Departamento de Equipo y Armamento del INTA.

Así es como El Arenosillo, ya introducido en el estudio de la ionosfera, fue, con las estaciones instaladas en el INTA, en Torrejón, y en el Observatorio del Ebro, uno de los tres puntos españoles de recepción de datos científicos sobre la densidad de electrones, obtenidos por el faro ionosférico portado por el satélite.

El personal del campo, con los escasos recursos disponibles, montó la estación para recepción y registro de los datos a recibir del satélite durante su vida operativa. La estación receptora, incluyendo las antenas y el resto del equipamiento, se instaló en la zona donde años antes había operado el Radint, para de esta forma disminuir posibles interferencias, al estar alejado de los equipos generadores y del transformador eléctrico¹⁵⁸. Hubo que implementar instalaciones y, dada la falta de material existente en El Arenosillo y la imposibilidad de adquirir equipos nuevos con el presupuesto del campo, aprovechar registradores y otros elementos existentes para cumplir los objetivos que se le habían encomendado; así, se emplearon los registradores

correspondientes a la antigua telemida de 27,7 MHz, utilizada para los primeros *Skua*, y varios equipos del Radint, cuyo desmontaje y aprovechamiento ya se estaba iniciando.

Recuperemos ya el hito cronológico volviendo al año 1974. En mayo el satélite estaba ya listo pero, como hemos comentado, hasta el 15 de noviembre no sería el lanzamiento, que se realizó a bordo de un vehículo lanzador *Delta*, acompañando al satélite meteorológico ITOS G que era el «pasajero» principal del vuelo. El Intasat, con 24,5 kg de masa, fue colocado en órbita síncrona circular a unos 1450 km de altitud. El experimento del faro ionosférico enviaba a la tierra señales linealmente polarizadas a 40 y 41 MHz con una potencia de un vatio. Estuvo operando hasta el 5 de octubre de 1976, fecha en la que, como estaba previsto, el temporizador electrónico cortó las comunicaciones, si bien el satélite quedaba como elemento radioeléctricamente pasivo en órbita, donde permanecería por un largo número de años. Durante ese tiempo fue seguido, no solo por las tres estaciones españolas, sino por unas cuarenta estaciones de otros países que obtuvieron así también los datos científicos por él aportados¹⁵⁹.

Centrándonos ya en la operación en El Arenosillo, diremos que el satélite realizaba dos pasadas diarias sobre la vertical del campo, lo que obligaba a realizar seguimientos nocturnos y mantener los generadores eléctricos en marcha, dada la escasa fiabilidad en la línea comercial por sus no infrecuentes cortes de energía. El registro de los datos recibidos era otro de los problemas que se recuerdan, pues como ya hemos comentado se aprovecharon registradores de los primeros llegados al campo en 1966 y 1967: un registrador de tinta sobre papel tipo Brust, con el que había que tener especial cuidado para evitar en lo posible los continuos borrones que pudieran originarse, y otro térmico, según parece de la misma marca, que quemaba el papel si no se extremaban las precauciones.

La Anomalía Invernal, entre la Vía Láctea y la supernova Casiopea (1975-76)

Un año de transición parecía 1975, pues solo se volaron 18 cohetes. Pero no fue tal, ya que se efectuaron lanzamientos para cuatro programas distintos y continuaban en activo, de una u otra forma, todas las colaboraciones ya antes iniciadas; los 18 cohetes, por otra parte, pertenecían a siete tipos diferentes, pues a los ya operados desde el principio se habían ido añadiendo otros nuevos.

157 Uno de los pioneros de El Arenosillo, que había pasado a Torrejón para incorporarse a este proyecto.

158 De esta forma, la antigua caravana del Radint fue utilizada por última vez para una misión operativa importante y continuada.

159 J. M. Dorado: *Historia Astronáutica del INTA* [Vol. 1]. INTA y el espacio; Madrid: INTA, 2008; pp. 183-191.

La primera campaña tuvo lugar en enero y febrero, lanzándose dos *Skua 2*, un *Skua 4* y dos *Petrel 1*, como parte del Programa Ionosférico en Cooperación con el MPI. Los *Skua*, ya conocidos, portaban *chaff* y medidor de temperatura con telemetría; el *Skua 2* llegaba a los 96 km de altura, mientras que el *Skua 4* alcanzaba los 125 km.

El nuevo *Petrel 1* estaba formado por un motor principal, el *Lapwing 1*, con un tiempo de combustión de 30 segundos y un sistema acelerador, el mismo de los *Skua*, con cuatro motores *Chick*. Con una pequeña carga útil, y portando un radioaltímetro, alcanzaba un apogeo de 140 km. Los primeros vuelos no fueron satisfactorios por un fallo en el diseño de la apertura de paracaídas de la sonda, por lo que se efectuaron modificaciones por BAJ y se atrasaron los nuevos lanzamientos hasta junio, esta vez con dos *Petrel 1* y dos *Skua 2*.

Una nueva actividad aparecía en El Arenosillo; se trataba de ensayos de cohetes aire-tierra desarrollados por el Departamento de Armamento del INTA, a fin de comprobar su comportamiento en la salida del lanzador y en vuelo, y determinar trayectorias; estos lanzamientos, como los sucesivos de este tipo, fueron tierra-mar y con ángulos de elevación entre 30 y 75°. En marzo de ese año se llevó a cabo la primera campaña con cohetes S-11 y otra más tendría lugar en septiembre de 1976, equipándose algunos de ellos con bengalas, para facilitar su seguimiento¹⁶⁰. Aprovechamos aquí para comentar ya, que el S-11, de 70 mm de diámetro, tenía una longitud de 1,33 m y 10,6 kg de masa al lanzamiento. Este cohete fue luego utilizado, a finales de los años 70 como cohete de prueba, en vez del FFAR, con lo que llegaron a lanzarse más de 150 unidades de este tipo en El Arenosillo.

En junio, julio, septiembre y noviembre de este 1975 se lanzaron sendos cohetes *Super Loki*, continuando así el Programa Meteorológico, para permitir comprobar las variaciones atmosféricas en esos meses, como prólogo a la campaña especial de Anomalía Invernal *Huelva 5* de la que hablaremos con detalle más adelante.

En la madrugada del 9 de octubre se lanzaba un *Skyllark 6* que conformaba por sí mismo la campaña *Huelva 4* y el denominado Programa de Intensidad y Polarización de la Luz Zodiacal y de la *Vía Láctea*. El experimento A7, o Astro 7, que procedente de ESRO, con la denominación S-108, había sido transferido al Programa Espacial alemán, tenía por objetivo medir la intensidad y la polarización de la luz zodiacal orientándonos al Sol, así como los mismos parámetros de la luz de la *Vía Láctea*, en la zona comprendida entre sus constelaciones del *Cisne* y del *Lagarto*, en varias regiones espectrales entre 0,18 y 0,90 μm , estableciendo comparaciones entre ambas determinaciones¹⁶¹. El motivo de hacerlo desde un cohete se debía a que el estudio de la procedencia de la luz zodiacal era difícil de determinar por observaciones desde tierra, como consecuencia de la debilidad de las señales y de la

dificultad para separar estas de las originadas por el fondo terrestre. La operación fue encomendada por parte alemana al Dfvlr, con la supervisión del Centro Alemán de Observaciones Espaciales, el GSOC, recayendo la responsabilidad científica en el MPI für Astronomie, de Heidelberg.

Para ello se volaron tres instrumentos con sus ejes ópticos siempre paralelos al eje del cohete:

- Policromatógrafo ultravioleta, con un campo de visión de 2° .
Para longitudes de onda de 1800\AA , 2200\AA y 2600\AA , con $\pm 200\text{\AA}$ en cada caso.
- Fotómetro infrarrojo, con un campo de visión de 2° .
Para la de $9000\text{\AA} \pm 300\text{\AA}$.
- Fotómetro visual, con un campo de visión trapezoidal.
Para dos bandas anchas y dos bandas estrechas.

Con el fin de evitar las interferencias de la luz errante en los valores obtenidos, se utilizaban filtros adecuados durante el periodo de la experiencia, que podría ser interrumpida a discreción de los experimentadores de forma automática. Dado que la misma se iba a realizar en otoño, las medidas deberían ser hechas un poco antes del amanecer, con el sol aproximadamente 20 grados por debajo del horizonte. Para que fueran correctas se requería un apuntamiento mediante un control de actitud de la carga útil; por ello, los parámetros de lanzamiento (tiempo, elevación, acimut, etc.) y la maniobra de control de actitud serían críticamente interdependientes entre sí, lo que da idea de la dificultad de la misión, y obligaba a estrictos requerimientos para la puesta en vuelo, de tal forma que la ventana de lanzamiento debía de tener un error máximo de ± 10 segundos; por otro lado, la trayectografía se requería con una precisión mejor de $\pm 2^\circ$ en acimut y de 3 km en distancia.

La carga útil, integrada por Dornier Systems, y con una masa de 236 kg, disponía de control de actitud en tres ejes preparado por el Dfvlr, telemando, telemedida en 245 MHz y sistema refrigerador de la experiencia por CO_2 . Alcanzó un apogeo de 252 km a los 247 segundos de vuelo.

El 21 de octubre de 1975 volaba el segundo prototipo del INTA-300, partiendo del lanzador Nike¹⁶² al que se había adaptado una viga de nuevo desarrollo, con el fin de no depender del MAN del Moraba; así, el cohete iba apoyado sobre el raíl de lanzamiento, en vez de ir colgado como fue el

160 Las personas del equipo de proyecto que participaron en estos lanzamientos o en los del S-12 posteriores fueron: José Luis Quesada, Ignacio Andrés Prieto, Jesús Jadraque, Robustiano Álvarez, Manuel Otero, Antonio Gil, Joaquín Salcedo y Gonzalo Angona.

161 Generalmente la luz zodiacal puede observarse a unos 15° de elevación y, en sus partes más brillantes, su luminosidad es mayor que la procedente de la Vía Láctea.

162 Desde este lanzador serían lanzados los dos restantes, así como los dos INTA-300B.



Segundo prototipo del INTA-300¹⁶⁴.
Últimos detalles. Cohete en el lanzador. Ignición. 21 de octubre de 1975. ■

primero puesto en vuelo desde el MAN. La carga útil, con 38,8 kg de masa, era muy similar a la del prototipo anterior, aunque se había incluido un transpondedor Vega 206S, para realizar el seguimiento en modo pasivo con un radar, y en modo activo con el otro. El equipo de proyecto desplazado para la operación a El Arenosillo, así como el de seguimiento óptico, estaba integrado por las mismas personas que habían intervenido en el lanzamiento del primer prototipo¹⁶³.

El 17 de diciembre se iniciaba la campaña *Huelva 5*, más conocida como Programa de Anomalía Invernal 1975-76, dirigida a un exhaustivo estudio de las anomalías atmosféricas en el periodo invernal y de la traza de los constituyentes atmosféricos. Entre esa fecha y el 15 de mayo de 1976, se

lanzaron un total de 56 cohetes: veinte *Super Loki*, diez *Skua 2*, ocho *Skua 3*, cinco *Skua 4*, nueve *Petrel 1*, dos *Nike-Apache* y dos *Skylark 3*; siete tipos diferentes de vehículos como vemos. Las mediciones con cohete cubrirían así altitudes de 40 a 140 km y serían apoyadas con vuelos de globos y observaciones con equipos de tierra.

El nuevo, para El Arenosillo, *Skua 3* estaba equipado con el motor *Bantam 2*, ya usado en los *Skua 2* y *4*, y llevaba un carretón acelerador similar al de este último, si bien los tres motores *Chick* periféricos tenían toberas directivas con el fin de aumentar la rotación del cohete para conseguir disminuir la dispersión y alcanzar una altitud de unos 95 km.

La campaña se centró fundamentalmente en el mes de enero de 1976, en el que se volaron 40 cohetes (siete de ellos el día 4 y ocho el 21), llegándose a efectuar tres lanzamientos en media hora. Una parte de ellos fueron efectuados en condiciones atmosféricas normales y otros, en cambio, realizados en condiciones de anomalía invernal.

Se obtenían los valores de los constituyentes mayores y menores de la atmósfera (los que se encuentran en proporciones importantes y también los denominados «raros»), así como la densidad total de la atmósfera neutra, usando *chaff* y nubes de vapor de litio; por otro lado, se estudiaba la anomalía invernal mediante la determinación de la concentración de electrones, así como la temperatura, la densidad, la composición y la movilidad de los iones. Se buscaba que esas combinaciones de medidas en la atmósfera neutra y en la ionosfera aportasen conclusiones, como la de la influencia de los constituyentes menores y el fenómeno del transporte de iones durante la anomalía invernal en la capa D de la atmósfera.

La relación de participantes científicos merece ser destacada. El propio INTA y el MPI, este con varios grupos de trabajo en Aeronomía, Ionosfera y Física Atmosférica, fueron los principales cooperadores en este proyecto. A ellos se unieron el Instituto de Física de la Universidad de Bonn, el Instituto Meteorológico de la Universidad de Munich (MIUM), el Instituto de Física de Freiburg im Breisgau (el IPW), varios grupos técnicos y científicos del Dfvlr (en dinámica de gases y sensores extraterrestres) y Messerschmitt-Bölkow-Blohm, por parte de la RFA. También participaban la Universidad Técnica de Graz, TUG (Austria), el NDRE noruego y el Departamento de Física y Astronomía del University College de Londres (UCL).

163 J. Simón Calero, A. Mateo, M. Vázquez y L. Rodríguez: *INTA-300. Proyecto de cohete. Resultados del lanzamiento del segundo prototipo del cohete INTA-300 «Flamenco»*; Torrejón de Ardoz: INTA, 1976 [Documento del INTA NT-16/026, de 13 de mayo de 1976].

164 En la primera imagen, de izquierda a derecha, Agustín Rodríguez y Mariano Vázquez; de espaldas: Victoriano López y Jaime Sáenz.

D. Offermann, del Physikalisches Institut de la Universidad de Bonn y científico principal de la campaña, coordinó a todos los experimentadores y cooperó con otros grupos que participaban desde Wallops Island (EEUU), aglutinando en total a más de veinticinco centros de investigación¹⁶⁵.

Los experimentos volados fueron los siguientes:

- B I. Sonda de la capa D, con *Skua 2* hasta 95 km. Determinaciones de viento, densidad y turbulencias con *chaff*, y de densidades de oxígeno atómico y de iones y electrones.
- B II. Carga útil compleja, con *Skylark 3* hasta 140 km. Contenía siete experimentos: densidad y temperatura, composición, densidad de NO, densidad de oxígeno molecular, densidad de electrones, rayos solares *Lyman- α* y rayos X.
- B III. Sonda mesosférica, eyectable con *Petrel* hasta 85 km. Medidas de densidad de iones y electrones y movilidad de los iones.
- B IV. Colaboración noruega y alemana, con *Nike-Apache* hasta 115 km. Determinación de composición y densidad de iones y electrones y rayos solares *Lyman- α* .
- B V. Sondeos de la capa D en las noches con anomalía invernal, con *Skua* hasta 110 km. Determinaciones de viento, densidad y turbulencias, y densidad de oxígeno atómico.
- B VI. Participación británica, con *Petrel* hasta 150 km. Experiencias de rastreo de vapor de nube de litio.
- B VII. Sonda *Walmet*, con *Super Loki*. Experiencia del INTA, con la indicada sonda¹⁶⁶.

Al uso de distintos lanzadores y radares se agregó la recepción de señales de telemetría en 232, 245 y 252 MHz, además de señales específicas en 2,2 y 2,5, así como en 79 y 90 MHz, y la del radioaltímetro en 137,2.

A los lanzamientos de cohetes se añadieron los primeros ozonosondeos realizados en El Arenosillo, que lo fueron con sondas ECC, y un uso intensivo del ionosondeador; por esto y por la frecuencia de lanzamientos antes indicada, se hizo preciso establecer turnos de trabajo, lo que pudo realizarse gracias a las últimas incorporaciones de personal¹⁶⁷. Con ello, y los equipos existentes, la campaña se realizó correctamente cumpliéndose todos los objetivos. Las bases ópticas para observación de la nube de litio estaban instaladas en el propio campo de El Arenosillo y en el Observatorio de San Fernando.

Además el tan debatido tema de la «capa de ozono» había entrado ya de lleno en El Arenosillo, participándose en campañas mundiales. Durante la propia de la anomalía invernal, o *Huelva 5*, que acabamos de comentar, se realizó el seguimiento de unas 20 sondas de ozono, incorporadas a radiosondas suministradas por el SMN, que sobrepasarían los 30 km de altura, atravesando así la capa de ozono¹⁶⁸, con las que se obtenía el perfil del mismo hasta dicha al-





Campaña de Anomalia
Invernal 1975-76, Huelva 5.
Zona de rampas¹⁶⁹.
Pegatina de la campaña. ■

Petrel, Nike-Apache, Skylark 3 y 7, y Black Brant IV B).

Los dos cohetes *Black Brant IV B* se lanzaron en marzo y junio de 1976, dentro de la campaña *Huelva 6*, correspondiente al Programa de Dispersión de la Línea del Helio en el Viento Interestelar. Su carga útil era la A6, o Astro 6, cuya dirección científica pertenecía al Instituto de Astrofísica e Investigación Extraterrestre de la Universidad de Bonn, siendo una parte de la experiencia llevada a cabo por el IPW de Freiburg.

Los objetivos científicos eran conocer los valores de la radiación *Lyman-α* extraterrestre, para tratar de llegar a la conclusión de que la línea solar *Lyman-α* es

tura. Por otro lado, el espectrofotómetro *Dobson*, ya operativo, permitía obtener el «ozono total» existente en el conjunto de las capas atmosféricas, y estos estudios se completaban con la utilización del medidor de absorción.

De esta forma se van cumpliendo los objetivos de la propuesta del Programa Ozonósferico, entre los que destacaba el estudio de la distribución de la concentración de ozono atmosférico con la altura y la evolución de la misma a lo largo de un periodo de tiempo dilatado.

Con los 53 cohetes volados en 1976 para la campaña indicada y los tres más que se pondrían en vuelo en las *Huelva 6* y *Huelva 7*, se llegó este año a los 56 lanzamientos, utilizándose nueve tipos de cohetes diferentes (*Super Loki, Skua 2, 3 y 4,*

165 Entre los responsables científicos alemanes recordamos, una vez más, a Hans Widdel, G. Rose y, ahora también, a D. Offermann, cuyas colaboraciones con El Arenosillo continuarán posteriormente, ya como miembro de la Universidad de Wuppertal.

166 El experimentador fue Juan Cisneros, también promotor y responsable del primer programa ozonósferico por parte del INTA.

167 A las ya indicadas hay que añadir la de Jesús Narbona al grupo de radares y la de Benito de La Morena que sería más tarde el jefe de la Estación de Sondeos Atmosféricos.

168 Aunque el ozono se produce en la estratosfera media (30 a 40 Km), se considera que más de la mitad del mismo se concentra en una delgada capa, frecuentemente situada en nuestras latitudes entre los 20 y 25 km.

169 De más próximo a más lejano, pueden verse los siguientes lanzadores: *Super Loki* (helicoidal), *Skua* (tubo blanco), *Nike* (con la torre de montaje blanca y roja) y segundo *Skua* (blanco, al fondo). A estos cuatro lanzadores se unía para esta campaña el lanzador MAN usado para los cohetes *Skylark*, e instalado en la llamada «rampa universal».

dispersada por el hidrógeno interplanetario. También se intentaba comprobar que este hidrógeno, como constituyente del llamado «viento interestelar», penetra profundamente en el sistema solar y como consecuencia de la atracción gravitatoria del Sol toma una distribución con una densidad determinada. Esta radiación podía ser calculada teóricamente, pero hasta la fecha no se habían realizado medidas de la línea del helio en $\lambda = 584 \text{ \AA}$. Con el fin de tener certeza de los valores de esa radiación en 584 \AA , y de su distribución, se habían preparado dos experiencias, una para definir la procedencia terrestre o extraterrestre y otra para observar el perfil de la línea solar de helio.

Las ventanas nominales estaban muy restringidas en días, debiéndose además lanzar lo más cerca posible de las 09:00 Z. El primer vuelo se efectuó el primer día de la primera ventana a las 09:10 Z, y el segundo se llevó a cabo el siguiente día que las condiciones meteorológicas lo permitieron, a las 08:58 Z.

El *Black Brant IVB*¹⁷⁰ era un vehículo de dos etapas: la primera con un tiempo de combustión de 17,8 s y una masa de 1107 kg; y la segunda con 14,3 s y 307 kg. La carga útil, de 82 kg, llevaba telemetría PCM, control de actitud de apuntamiento al Sol, fabricado por Dornier, y telemetría para el mismo. Todo ello daba al vehículo una masa total de 1496 kg, con cerca de 12 metros de longitud, con el que se preveía una altitud próxima a los 700 km.

El primer lanzamiento, el 10 de marzo de 1976, fue un fracaso. Aproximadamente a los 13 segundos de vuelo se observó un apreciable efecto de «precesión»¹⁷¹, llegando a separarse la primera etapa del resto del vehículo; al caer esta, la segunda inició una trayectoria no prevista. Por ello se abrió una investigación, en la que se barajaron varias hipótesis: fallo en la primera etapa, funcionamiento prematuro del explosivo de separación y combinación de otras causas.

En el segundo lanzamiento, el 27 de junio, se alcanzaron los 680 km de altura, siendo la mayor conseguida nunca desde El Arenosillo, cumpliéndose, ahora sí, los objetivos previstos, al unirse al correcto vuelo del cohete, la calidad de la recepción de datos transmitidos por telemetría y el perfecto seguimiento trayectorial.

La campaña *Huelva 7*, realizada el mes de julio, consistió en el lanzamiento de un *Skylark 7*. El Programa de la Radiación X Remanente de la Supernova *Casiopea A* era dirigido por el Appleton Laboratory, de Slough (Reino Unido), a través del SRC británico, tras firmar un MOU con el MPE de Garching (Alemania); participaron además, el Mullard Space Science Laboratory (MSSL) de Dorking (Reino Unido), el Instituto Astronómico de la Universidad de Tübingen (RFA) y el Dfvlr, de Oberpfaffenhofen (RFA).

Tanto el MSSL como el MPE estaban interesados en el estudio de la emisión de rayos X de los restos de la supernova *Casiopea A*; la experiencia del primero determinaría los rayos X en la línea del azufre y del hierro (2,45 y 6,8 keV res-





Dos imágenes de cohete *Skylark 3* (1976).
Pegatina de la campaña *Huelva 8* (1977).
Cohete *Black Brant IVB* (1976).
Ensayos con el cohete S-12 (año 1977)¹⁷². ■

pectivamente), y la del MPE lo haría en una amplia banda entre uno y quince keV.

La carga útil, SL 1402, integrada por la BAC de Filton (Reino Unido), era eyectable y en acero inoxidable: una punta roma cubría los dos sensores, uno, orientable hacia la Luna, y el otro, solar; la parte cilíndrica estaba formada por diez secciones estándar diferentes. Los detectores iban colocados tras ventanas que se abrían cuando el vehículo dejaba de girar. Se trataba de conseguir, con una masa de 305 kg, un apogeo de 260 km, a los 365 segundos de vuelo, debiendo estar la actitud controlada desde los 120, para asegurar la realización de la experiencia.

Las ventanas de lanzamiento se reducían a menos de cuatro horas cada uno de los días 17, 18 y 19 de ese mes, exigiéndose que no hubiera limitaciones ionosféricas y que el cielo no estuviera cubierto en más de seis octavos en un radio de 300 km alrededor del punto de lanzamiento. El vehículo se puso en vuelo el 17 de julio, obteniéndose todos los objetivos previstos.

La primera mitad del año había visto importantes lanzamientos pero, a partir de esta fecha, no se realizaría ninguno más hasta el próximo año, 1977, pródigo en los mismos, con la realización de interesantes campañas.

170 Los Black Brant fueron comercializados por Bristol Aerospace Limited, de Winnipeg, Manitoba (Canadá).

171 Denominaremos «precesión» a lo que técnicamente se conoce como «coning», pues en el actual *Diccionario de dudas* aparece exactamente como su definición en mecánica: «desplazamiento del eje de rotación de un cuerpo giratorio, por ejemplo de un trompo o de un giróscopo».

172 Las dos primeras fotografías corresponden al archivo de Karl Partosch/Moraba. La principal ha sido facilitada por Robustiano Álvarez; en ella aparecen de izquierda a derecha: Manuel Pérez Moreno, Víctor de León, Jesús Jadraque, Gonzalo Angona, Ignacio Prieto y Antonio Gil.

Capítulo 8

LOS GLOBOS TRANSMEDITERRÁNEOS

En esa segunda mitad de 1976 se producía otro hito importante para el futuro del campo: el establecimiento de contactos con el CNES francés, que ya los mantenía con el italiano CNR, a fin de elaborar un programa para ensayos con globos.

Así nació el Programa de Globos Transmediterráneos, al que se ha dado también el nombre de *Odisea*. Se trataba de una colaboración hispano-franco-italiana, como consecuencia del Acuerdo de Cooperación entre la Comisie, el CNES francés y el CNR italiano para, según consta en el mismo, «brindar a la comunidad científica un medio eficaz de experimentación, al ser conscientes [de la facilidad] que podrían prestar los globos estratosféricos para realizar experimentos [de larga duración a altitudes de] 35 a 40 km»¹⁷³.

Descripción de los vuelos y equipamiento utilizado

Explicaremos primero brevemente el fundamento de estos vuelos. En la época estival, los vientos estratosféricos, por encima de 20 ó 25 km, soplan en sentido este-oeste; su velocidad zonal, es decir, en el sentido indicado, empieza a aumentar a principios de verano, alcanzándose los mayores valores de la misma desde finales de junio hasta mediados de agosto, para en esa fecha comenzar a disminuir, pasando a ser de oeste-este hacia la mitad del mes de septiembre. En esa época del verano, la componente meridiana es generalmente sur, aunque con velocidades generalmente pequeñas, sobre todo desde primeros de julio a primeros de agosto, y más aún para alturas entre 35 y 38 km; y eso es lo que nos interesa, para de esta forma conseguir los vuelos lo más próximos posibles a un determinado paralelo. Esto aconseja realizar los vuelos, preferentemente en el periodo indicado y a esa altura, haciendo además sondeos con globos de sondeo para determinar previamente la dirección e intensidad de los vientos y así escoger los días en que estos sean óptimos para conducir los globos con las experiencias del programa a la zona deseada. Por ello, estos sondeos eran realizados, hasta unos 38 km de altura, todos los días en Trapani, y tres o cuatro veces por semana en El Arenosillo, lo que hacía que en este centro se operaran una media de veinte globos sonda por campaña.

Con estas premisas, los globos se soltaban en la base de Trapani-Milo (Sicilia, Italia)¹⁷⁴, para que volando a la altura indicada, y tras realizar un recorrido medio de 1700 km a una velocidad comprendida entre 75 y 110 km/h, con una duración media, por tanto, de 20 horas de vuelo, fueran hechos descender en el sudoeste español, para poder llevar de esa forma con más facilidad, desde El Arenosillo, las operaciones de orden de descenso y recuperación como luego comentaremos.

La superioridad de los globos para determinadas experiencias estriba en que admiten más carga que los cohetes de sondeo (podemos hablar de hasta más de 2000 kg frente a los no más de 60 ó 70 de estos últimos), y durante un periodo de tiempo mucho mayor, permitiendo horas en vez de minutos; por otro lado, las experiencias son recuperables y pueden repetirse con la misma instrumentación en varios vuelos. Respecto a las realizadas en satélites, tienen la ventaja de ser mucho más económicas, no siendo necesaria una especial miniaturización, y válidas, por tanto, cuando no son precisos mayores tiempos de realización.

Haciendo un poco de historia podríamos recordar que el primer globo sonda voló en España a principios del siglo XX. Los primeros vuelos sobre el Mediterráneo, ya con duraciones superiores a cinco horas, tuvieron lugar, basándose en los vientos estratosféricos, en el verano 1951-52, desde el aeropuerto de Cagliari (Cerdeña, Italia), portando experiencias preparadas por las universidades de Bristol (Reino Unido) y de Padua (Italia), siendo recuperadas en el mar. La Conie había apoyado a CNES, en los años 60, en las gestiones para la recogida de globos que, lanzados desde Aire-sur-l'Adour, a veces, habían sobrevolado territorio español. En 1970, se hizo la primera suelta de un globo estratosférico desde Trapani, con la asistencia de CNES, y la responsabilidad por parte italiana del Servizio Attività Spaziali¹⁷⁵.

Pero es ya el momento de comentar la parte operativa de estos vuelos. Los globos, con capacidades de trescientos mil a un millón de metros cúbicos de gas¹⁷⁶, portaban colgando una barquilla en la que iba la carga científica y el equipamiento preciso, con lo que la masa en el momento de la suelta alcanzaba en algunos casos hasta 2200 kg. Los globos, llenados y soltados en Trapani, iban ascendiendo hasta la cota programada, que sería la correspondiente a cuatro milibares de presión atmosférica (unos 38 km); a esa altitud eran ya arrastrados por los vientos estratosféricos, manteniéndose la altura de vuelo adecuada, en los cambios día-noche o cuando fuese necesario por otra causa, mediante un deslastrado.

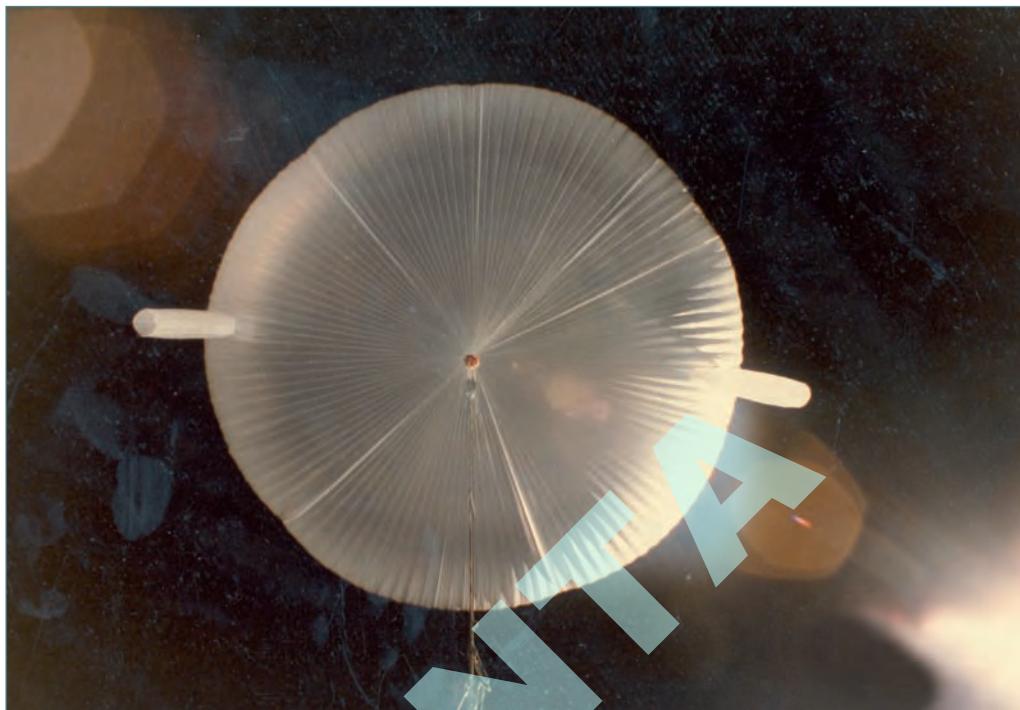
Tres estaciones de seguimiento instaladas en la propia Trapani, en una base del INTA destacada en Palma de Mallorca (ubicada en el Aeródromo de Son Bonet, equipada inicialmente con material francés e italiano, y atendida por personal de El Arenosillo y de CNES) y en El Arenosillo, permitían la recepción por teledatotelegrafía de los datos técnicos del vuelo y de los aportados por

173 *Protocolo de Acuerdo CNR-INTA-CNES*, de 5 de julio de 1978, y renovaciones posteriores.

174 Desde 2002 se denomina Base di Lancio di Palloni Estratosferici Luigi Broglio.

175 El Servizio Attività Spaziali existió hasta 1979, fecha en la que fue sustituido por el PSN, como el anterior, integrado en el CNR, y que siguió operando hasta 1988, año en el que se crea la ASI.

176 Se inició con globos de capacidades de 300 000 m³ para pasar posteriormente a ser típico el de 600 000, utilizándose también algunos de 850 000 y llegar al millón de metros cúbicos en algún caso especial. Para su llenado se empleaba hidrógeno, hasta que en los años 80 fue sustituido por helio.



las experiencias científicas; así como el envío de las órdenes de deslastrado o de fin de vuelo a la barquilla, mediante el sistema de telemando. Además, en el tramo inicial, el vuelo era seguido por los radares italianos, y desde la entrada en el espacio aéreo español era controlado por los radares de vigilancia aérea del Ejército del Aire y, en cuanto la distancia lo permitía, por los propios de El Arenosillo.

El equipamiento técnico básico de la barquilla estaba integrado por:

- Telemedida FM-PM de 4 canales en 400 MHz. En algunos casos se han utilizado además otras frecuencias especiales para determinadas experiencias científicas.
- Telemando en 444 MHz, con dos receptores en paralelo para mayor seguridad.
- Sistema de posicionamiento Omega, que enviaba las señales por canales de telemedida. En los últimos años se pasó al sistema GPS modulado con vía RS-232.
- Balizas de localización en UHF y VHF, 122 y 244 MHz.
- Responder OACI, en 1030 MHz de interrogación y 1090 de respuesta según modo aeronáutico A-24.
- Sistema de deslastrado, mediante telemando, por suelta de bolitas de plomo.
- Paracaídas para reducción de la velocidad de impacto a un valor entre 5 y 7 m/s.

Programa de Globos Transmediterráneos. Fotografía de globo en vuelo (imagen tomada desde la barquilla que portaba). Secuencia del ascenso (las otras dos imágenes). ■



- A lo largo del tiempo se irían incorporando otros equipos:
- Sistema de flotación, pasivo o activo según las cargas científicas.
 - «Minutería» de fin de vuelo, para hacer que la separación, en caso de fallo que impidiese ejecutar la misma por telemando, se realizase de forma automática a un tiempo previsto para que tuviera lugar antes de llegar a la zona central del Océano Atlántico.
 - Lámparas de destello avisadoras, que se encenderían automáticamente cuando la altitud fuese inferior a unos 450 milibares (equivalente a una altura de 5700 m), para ser visibles desde aviones en vuelo.
 - Sistema de separación automática entre barquilla y globo para caso de emergencia producida por explosión inesperada de este.

El proceso de fin de vuelo se llevaba a cabo desde El Arenosillo. En un momento determinado del mismo, y dependiendo de la zona por la que estuviese volando, se «cerraría», si era necesario, la experiencia científica. Ese «cierre» era necesario, o al menos conveniente, para proteger los equipos ópticos, por ejemplo en el caso de observaciones astronómicas, o para evitar la «fuga» de seres vivos en el caso de estudios biológicos. Podía efectuarse cuando los científicos estimasen terminada la experiencia o cuando, por motivos operativos, fuese solicitado desde El Arenosillo, por considerar que se estaba acercando el globo a la zona óptima para proceder a su descenso.

Realizados los estudios de trayectoria prevista se elegía un punto de descenso estimado; efectuado un sondeo para determinación de vientos, se determinaban los arrastres que tendrían, por un lado, la barquilla en su descenso con paracaídas, y por otro, el globo, una vez que hiciera explosión por la diferencia de presiones producida al ascender, tras verse liberado del peso de la barquilla. Con ello se iba estimando en cada instante el punto de «toma de tierra» correspondiente a cada momento de la trayectoria del globo, y obteniendo el «valor de riesgo» de ese descenso; cuando se consideraba que este se encontraba dentro de los límites aceptables se daba la orden de «separación», que era ejecutada desde la estación de telemando de El Arenosillo.

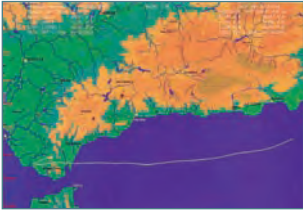
Al producirse la misma, la barquilla descendía en paracaídas, y el globo, al verse liberado del peso que portaba, ascendería mientras aumentaba su volumen al ir disminuyendo la presión exterior como consecuencia de la altura, acabando por hacer explosión como hemos indicado anteriormente. La barquilla, y los restos del globo, eran seguidos por radar y por el sistema de posicionamiento de a bordo, mientras fuera posible, para determinar sus puntos de «toma de tierra», y se daban las órdenes para su recuperación, mediante un helicóptero del Ejército del Aire de la Base Aérea de Armilla, en Granada, y un equipo de tierra formado por personal de El Arenosillo, utilizándose como referencia la última posición obtenida por el radar y, ya en sus proximidades, la señal de la baliza que portaba la barquilla.



Programa de Globos Transmediterráneos. Proyección horizontal del recorrido de uno de los vuelos (superior derecha). Carga útil tras el descenso (superior central). Mariano Vázquez, siendo director del Cedeja, dando instrucciones para la recuperación (inferior central). Recuperación de la barquilla con el helicóptero¹⁷⁷ (fotografías principal e inferior derecha). ■

Una vez localizados, se preparaban para su transporte por carretera a El Arenosillo, donde, dependiendo del tipo de experiencias, los científicos y técnicos procederían a su preparación final para la devolución al centro experimentador, a fin de que pudiera volver a ser volada la experiencia, cuando eso era lo deseado y se recuperasen los equipos de vuelo.

Desde el aviso de puesta en vuelo dado por la base de Trapani hasta la orden de descenso pasaban unas veinte horas, y el tiempo preciso para el rescate de la experiencia y recogida del globo era imprevisible, por lo que las jornadas de operación en El Arenosillo y las del equipo de recuperación se hacían a veces interminables; el compañerismo y el interés en hacer bien el trabajo permitían realizarlo.



Actividades del programa

La primera campaña se llevó a cabo el verano de 1977 con dos vuelos portadores de experiencias de los tres países participantes; fue todo un éxito. Se firmó una prórroga al acuerdo que cubría hasta 1980 y, posteriormente, se fueron haciendo otras prorrogas o nuevos memorandos para completar las diferentes campañas. El CNR había encargado de estas actividades al Servizio Attività Spaziali; este fue sustituido en 1979 por el nuevo Piano Spaziale Nazionale, PSN, que se hizo cargo de las mismas. Por parte española, desde 1986, año de desaparición de la Conie, sería el INTA el que suscribiría los acuerdos para las operaciones que ya había venido realizando desde el principio del programa. En 1988, el PSN italiano terminaría su actividad, pasando a la Agenzia Spaziale Italiana (ASI), que le sustituyó en todas sus funciones. Ya desde 1993 el programa ha sido fruto de un memorando bilateral entre el INTA y la ASI, al desistir CNES, en enero de ese año, de participar en él.

El programa ha sido gobernado por un comité director con representación paritaria de los tres países (únicamente del CNR e INTA, claro está, en los últimos años). Por parte española, han estado presentes Luis Pueyo, Manuel Vilches, Javier Casas, Mariano Vázquez, Francisco Caballero, Juan José Martín Fracía y Ángel Fernández Abad, además de otras asistencias más o menos esporádicas. Por parte francesa, fue miembro permanente Armand Soubrier; y por parte italiana, han destacado Gian Piero Cechini, Gaetano Gerardi y Orazio Cosentino.

Es preciso destacar la participación de personal de los organismos francés e italiano que junto al del INTA, y codo con codo con nosotros, han realizado las campañas. Han sido casi fijos en todas ellas: Claude Bannelier del CNES, en la estación de Palma; y en El Arenosillo, Jean Claude Varlet, también del CNES francés, y Franco Pica por parte del CNR y ASI italianos, con los que hemos compartido muchas horas de trabajo y esperas.

Un estudio concienzudo de los vuelos, con especial atención a los experimentos, centros de investigación participantes e incidencias producidas en la preparación de cada experiencia y en el desarrollo de cada vuelo, nos ha permitido elaborar una relación, reflejada en la Tabla 4, Vuelos transmediterráneos (1979-2002), en la que, haciendo caso omiso de algunos vuelos locales llevados a cabo en Sicilia, aparecen todos los datos correspondientes a los que han recorrido el Mediterráneo con resultado positivo¹⁷⁸.

177 El mapa corresponde a la campaña de 1992 y procede del elaborado por uno de los radares de El Arenosillo. Las tres imágenes de la recuperación de la barquilla corresponden a un vuelo de 1987. La otra imagen corresponde a la campaña de 1986.

178 Son varias las fuentes consultadas, pero destacaremos los libros de campaña de cada una de ellas, los informes anuales realizados por la dirección de El Arenosillo, las anotaciones personales del autor de estas páginas, el documento INTA GLO/PRO/7321/001/INTA (elaborado por Fernández Abad), las notas del Comité Director del Programa y otros.

Son 58 vuelos los que obtienen ese resultado satisfactorio (46 durante el acuerdo con CNES y CNR, y doce en la época final mediante el acuerdo INTA-CNR); otros seis vuelos, no recogidos en la Tabla, han tenido fallos de uno u otro tipo, generalmente por explosiones del globo en su ascenso en Trapani; son, pues, un total de 64 los vuelos transmediterráneos intentados. A estos se suelen añadir, en la mayoría de los estudios sobre el tema, ocho vuelos con carácter local, realizados en la zona de Sicilia exclusivamente, lo que da la cifra aparecida en algunos trabajos de 72 vuelos, 66 de ellos con éxito al sumar esos últimos ocho a los 58 auténticamente transmediterráneos.

Limitándonos a los vuelos completados, es evidente que en algunos de ellos se han producido incidencias, como también son muchos los detalles y anécdotas que podrían relatarse de las recuperaciones efectuadas, pero nos extenderíamos demasiado, por lo que prescindiremos de ello, limitándonos a comentar muy brevemente las más destacadas.

En 1982, el vuelo *Tifani*, al parecer por una avería en el telemando, cayó al mar al oeste del puerto mallorquín de Sóller; con la intervención de la Comandancia de Marina de esa localidad pudo ser recogido por un barco pesquero de dicho puerto, recuperándose la carga útil. La obtención de datos fue evidentemente inferior en tiempo a la deseada.

En 1995, el vuelo *Pallas* que, como era habitual, debía hacerse descender en territorio español, no fue posible realizarlo por problemas técnicos; por ello, tuvo que dejarse sobrevolar Portugal dirigiéndolo hacia aguas atlánticas, para lo que se solicitaron las oportunas autorizaciones, con carácter urgente, a las autoridades portuguesas, a las que se pasó el control del vuelo, y las cuales publicaron los Notam de emergencia y avisos a los navegantes correspondientes al caso. El descenso de la barquilla se efectuó, en una zona centrada en el punto de coordenadas 38° N y 18° W, aproximadamente a unas quinientas millas náuticas del cabo de Sines (Portugal). No fue posible su recuperación, pues no hubo tiempo para que llegaran los equipos antes de hundirse la barquilla con la carga útil.

El vuelo *Birba I*, de la campaña de 2001, es hecho descender también en el mar, en las proximidades de la costa en una zona cercana a Algeciras, siendo ordenado este descenso y realizada la recuperación con la colaboración de Salvamento Marítimo de Tarifa. El *Birba II*, al año siguiente, es también hecho descender en el Mediterráneo, en una zona próxima a la costa valenciana, tras un vuelo de alrededor de veinticuatro horas¹⁷⁹.

Entre las recuperaciones terrestres también ha habido sus peculiaridades. En los años 80, época en la que estuve al frente de El Arenosillo, recuerdo, además de la ya comentada de la zona de Sóller, otra en la alta Alpujarra almeriense que provocó muchas horas de trabajo y lesiones, afortunadamente no graves, a dos personas del equipo de recuperación, por lo que el propio helicóptero de apoyo a la misma tuvo que proceder a su evacuación. Una

segunda se produjo en la cola de un pantano y hubo que recurrir al alquiler de una barca y un «patinete de playa» para desmontar la carga útil. Otra tercera descendió en una ladera con una pendiente próxima a 45°, quedando afortunadamente trabada en unos árboles, lo que permitió realizar su recogida, sin riesgos, utilizando un helicóptero pesado de las Farnet.

Capítulo 9

OTROS PROGRAMAS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS

Recuperemos nuestro orden de exposición sensiblemente cronológico, y volvamos a las campañas de cohetes y otras actividades realizadas en El Arenosillo. Para ello hemos de remontarnos otra vez al año 1977.

La campaña *Huelva 8* y su carga útil tecnológica (1977)

La última campaña de las llevadas a cabo con el Dfvlr fue la denominada *Huelva 8*, correspondiente al Programa de la Carga Útil Tecnológica *Heat Pipe*. Dos experiencias tecnológicas, integradas en el proyecto *Heatpipe II*, y realizadas por Dornier System AG y el propio Dfvlr, tenían como objetivo, obteniendo gravedad cero durante cierto tiempo de vuelo con la ayuda de un control de velocidad Tarcs, efectuar medidas de experimentos de componentes espaciales para así determinar su comportamiento y características en ausencia de gravedad.

Conviene comentar que si bien el programa SPAR, de la NASA, y el Texas alemán consistieron en series de lanzamientos de cohetes, entre 1976 y 1981, con el fin de realizar experimentos a gravedad cero con diferentes objetivos, destacando la calificación de componentes tecnológicos y la preselección de experimentos de investigación de materiales para las misiones del Spacelab, esta campaña no estaba relacionada con ninguno de esos dos programas, aunque su finalidad fuera similar.

Una de las experiencias era la denominada *Heatpipes*, que ya había sido adoptada para la primera misión europea del Spacelab, y estudiaba diversos procedimientos para reducir las transferencias de calor en los vehículos espaciales y en los que Dornier llevaba varios años investigando; de hecho la experiencia, que comprendía cuatro ensayos diferentes con distintos tubos de conducción de líquidos, ya había sido lanzada sin éxito en enero de 1976 desde Esrange (Suecia), al producirse la explosión del motor *Raven*. La

179 La duración de este vuelo, superior a la habitual, se debió a que voló a una altitud inferior a la normal, siendo, por tanto, empujado por vientos de menor velocidad.

segunda era la LWS, para calificar dispositivos de estabilización de calor, usando parafina en matriz de nido de abeja en aluminio.

El arriba mencionado Tarcs era el prototipo de un sistema de control de velocidad en los tres ejes, desarrollado por el Dfvlr, cuyo funcionamiento comenzaría a una altitud determinada en la rama ascendente, produciendo una fuerte disminución en las componentes de la velocidad, que, posteriormente, mediante un sistema neumático y pulsos de gas nitrógeno, las reduciría en menos de 15 segundos a valores que harían que el límite de la aceleración fuera inferior a una diezmilésima del valor de la gravedad terrestre, valor adecuado para la experiencia.

El cohete, un *Black Brant V C*, era de una sola etapa, con un tiempo de combustión de 33 s y una masa de 1311 kg. La carga útil, de 136 kg, daba al vehículo una masa al lanzamiento de 1447 y cerca de 9 metros de longitud, con lo que debía llegar a una altitud próxima a los 350 km.

Fue lanzado en la madrugada del 10 de junio de 1977, alcanzándose una altitud de 322 km y observándose en el seguimiento por radar y telemetría un comportamiento correcto del cohete y la obtención de la «gravedad cero»; más tarde, aparecieron algunos problemas en la transmisión por telemetría, debidos según parece a un calentamiento aerodinámico, por lo que no se pudieron evaluar los datos de forma directa, haciéndose posteriormente, usando los filtros adecuados, en Alemania.

Días antes de esta operación se habían incorporado dos ingenieros aeronáuticos: Francisco Caballero que, tras la formación específica, sería durante años el jefe de Seguridad en Vuelo, y Javier Casas, que sería el contacto técnico-científico en Torrejón hasta 1982. Manuel Vilches, al tener un Jefe de seguridad en Vuelo y ante la marcha de Satrústegui, pasó a hacerse cargo de todos los temas operativos de forma directa, incluyendo el control y cuenta atrás de los lanzamientos.

Por esas mismas fechas se iniciaron los ensayos del cohete aire-tierra INTA S-12, de forma similar a los ya indicados para el S-11 que habían comenzado en marzo de 1975. Unos se efectuaron desde un tubo lanzador adaptado a la estructura del lanzador *Nike* y los posteriores, que tendrían su continuidad en 1978, lo fueron sobre lanzador de avión, con seis tubos de disparo, el Lanco 06.100 de HASA, debidamente acondicionado para utilizarlo con base en el suelo¹⁸⁰. El indicado S-12, de 100 mm de diámetro y con una masa de alrededor de 47 kg, tenía 2,4 m de longitud.

Este año 1977 ya empezaron a realizarse menos campañas, si bien aún se llegó a 59 cohetes, debido a los 56 *Super Loki*, todos ellos con sonda de temperatura, lanzados formando parte del Programa Meteorológico y distribuidos a lo largo de todo el año.

En diciembre tienen lugar, en el marco del Programa Ionosférico Tripartito Conie-NASA-CNES, dos lanzamientos de *Centaure*, cohete ya conocido en

el campo. Sus cargas útiles¹⁸¹, de 48 kg de masa, contenían la llamada experiencia de *Seddon* y una sonda de impedancia para la medida de la densidad electrónica local en la ionosfera. El experimentador era Fausto Montoya, del CIF Torres Quevedo, del CSIC, y las cargas habían sido integradas por CASA, siendo el responsable Fernando Mexía; la telemida operaba en 247,5 MHz e iba equipado con *tone-range* en 550 MHz.

Por parte de El Arenosillo también se daba apoyo mediante la realización de varios ionosondeos, con el fin de poder comparar los datos transmitidos por la carga útil con los obtenidos desde esa estación de tierra. En ese momento toda la responsabilidad del ionosondeador era ya de El Arenosillo, pues se había firmado un acuerdo entre el MPI y el INTA, por el que el primero cedía el mismo, siendo responsabilidad del INTA su mantenimiento y operatividad, así como el envío, al *Max Planck Gesellschaft für Förderung, de Wissenschaften*, de copias de los datos en él registrados, para que así pudieran ser utilizados por el personal científico de ambas instituciones.

En esta época, y dada la cantidad de equipos propios de El Arenosillo, del Moraba y de otros grupos colaboradores, se hizo preciso realizar un estudio general de interferencias, más amplio que otro ya realizado años atrás, para comprobar aquellas que afectaban a un equipo alemán en la zona de rampas. Pudo verificarse que el problema era producido por la frecuencia de emisión de un equipo operado por otro grupo de esa misma nacionalidad.

Una importante campaña de ozonosondeos se realizó este año dentro del programa nacional, lanzándose ozonosondas con una frecuencia de cuatro horas durante varios días seguidos.

El tercer INTA-300 y su carga útil mixta (1978)

En 1978 la cifra de vuelos siguió bajando, fueron veinte: diecinueve *Super Loki* y un INTA-300. En estos momentos, los lanzamientos de cohetes de sondeo habían disminuido en todos los campos del mundo; los vuelos con globos de larga duración y los techos que ya podían alcanzar algunos aviones, así como la facilidad en uno y otro caso de reutilizar las cargas útiles, y la mayor capacidad de los equipos de observación con base en tierra, habían hecho que los vehículos cohete no fuesen interesantes para altitudes bajas; por otro lado, al colocarse satélites en órbitas más bajas, se suplía también el empleo de los cohetes para grandes alturas, quedando escasamente la zona entre 100 y 200 km, no demasiado interesante, para realizar experiencias con ellos.

180 Ignacio Andrés Prieto y Jesús Jadraque fueron los que programaron estos lanzamientos, como parte del proyecto del cohete. Otra campaña se llevó a cabo en 1981, de la que hablaremos en su momento; en total se lanzarían cerca del centenar de unidades del S-12.

181 Se denominaban con los curiosos nombres de *Algarrobo* y *Clodomiro*.

Doce de los *Super Loki* fueron lanzados entre el 11 de enero y el 13 de febrero, y los demás entre junio y octubre. Todos ellos formaban parte del Programa Meteorológico, en el que aparte de las determinaciones de los parámetros atmosféricos clásicos que se venían obteniendo, se había dado cabida a otros estudios, al hacerse eco de las propuestas del Programa Nacional de Ozono; así se iniciaban otras actividades conducentes al estudio de este elemento, a la vez que se continuaban obteniendo ionogramas con el sondeador de incidencia vertical cada hora, y lo mismo se hacía con el medidor de absorción. Por otra parte, el ya denominado Instituto Nacional de Meteorología (INM) había cedido, para ser utilizado en El Arenosillo en el contexto de las actividades del programa, un radar meteorológico WF-3, que fue trasladado al campo, aunque pronto sería devuelto, al no ser adecuado para el tipo de misiones allí realizadas.

El hecho más importante del año fue el lanzamiento del tercer prototipo del INTA-300, que introducía, con el fin de conseguir un apogeo más próximo a los 300 km, unas mínimas modificaciones: llevaba dos motores de giro en vez de cuatro y sus carenas eran metálicas; además se habían reforzado los bordes de ataque de las aletas de la primera etapa.

Pero la mayor diferencia con los vuelos anteriores era la incorporación a su carga útil, que así iba a tener una masa de 51 kg, de una experiencia científica, sin olvidar las determinaciones tecnológicas propias de un prototipo.

La experiencia tecnológica portaba tres acelerómetros situados en los ejes principales, otro acelerómetro desplazado y un magnetómetro para con ambos determinar el giro, y tres termopares para medida de temperaturas, en el exterior del motor; todos los datos serían enviados por telemetría. Además, incluía un transpondedor para permitir el seguimiento del vehículo en forma activa por uno de los radares¹⁸².

Por su parte, la experiencia científica se realizaba en colaboración con la Universidad de Sussex¹⁸³, siendo G. Martelli el experimentador principal, y era supervisada por el Appleton Laboratory, al formar parte del programa de investigación que controlaba el SRC británico. Colaboraban también la Universidad de Southampton (Reino Unido), que realizaría el seguimiento fotográfico, y el Istituto di Ricerca sulle Onde Elettromagnetiche, IROE, italiano, que era un habitual colaborador en los programas de objetivos similares realizados, con la participación además de la empresa Marconi (del Reino Unido), que preparó parte de la electrónica de la misma¹⁸⁴.

La experiencia tenía como objetivo determinar los «efectos electromagnéticos asociados con la inyección impulsiva de plasma en la ionosfera»¹⁸⁵. Consistía en la inyección, mediante la explosión de dos cargas huecas enfrentadas¹⁸⁶, de una nube de bario en el plasma ionosférico; el bario se ionizaría por efecto del calor liberado tras la explosión, originando un aumento de densidad en el citado plasma en esa zona.

Una estación auxiliar fue instalada en Rosal de la Frontera (Huelva); la elección de ese punto era debida a que en esa zona estaría la intersección con la superficie de la Tierra de la línea del campo magnético que pasara por el punto de la explosión. Desde ella se fotografiaría la evolución de la nube de plasma de bario, con equipos Hasselblad de la Universidad de Sussex, para posteriormente determinar los parámetros del plasma; a su vez, los técnicos de la de Southampton registrarían por TV en banda infrarroja los puntos calientes del cohete y tobera, y los experimentadores de Sussex observarían las variaciones del campo magnético local, para lo cual se había instalado en ese lugar un magnetómetro del Instituto y Observatorio de Marina, de San Fernando, capaz de determinar el campo magnético con una precisión de una nanotesla. Desde el mismo punto, el INTA registraría las ondas electromagnéticas de muy baja frecuencia (VLF) originadas por la inestabilidad del plasma, mediante un goniómetro, mientras que el IROE haría lo mismo con las de alta frecuencia (HF).

Es en este tiempo cuando se agruparon los equipos de tierra (medidor de absorción A-3, sondeador ionosférico y espectrofotómetro Dobson), creándose el entonces llamado Grupo de Ionosfera, que a primeros de los 80 pasaría a conocerse ya como Estación de Sondeos Atmosféricos. Esto permitiría al INTA, mediante mediciones con el sondeador de incidencia vertical de El Arenosillo, determinar velocidades del viento en la zona F próxima a los 250 km de altura, así como las perturbaciones producidas por la citada nube de plasma, comparando las variaciones entre la densidad electrónica local habida en el momento de formación de la misma con los valores obtenidos los días anterior y posterior a la misma hora. Para ello, sería condición indispensable que la citada nube de bario fuese movida por el viento en dirección tal que pasase por la vertical del ionosondeador, para lo que el acimut de lanzamiento debería elegirse, en lo posible, teniendo en cuenta el viento estimado a esa altura.

La previsión era que el vehículo transmitiera por teledifusión los datos tecnológicos en la rama ascendente, y al cabo de 240 segundos detonaran las

182 M. Vázquez, L. Rodríguez y A. Rodríguez: *INTA-300. Proyecto de cohete. Biografía del tercer prototipo del cohete INTA-300*; Torrejón de Ardoz: INTA, 1978 [Documento NT-15/033, de 18 de julio de 1978].

J. Simón, M. Vázquez, L. Rodríguez y A. Rodríguez: *INTA-300. Proyecto de cohete. Carga útil tecnológica del tercer prototipo del cohete INTA-300*; Torrejón de Ardoz: INTA, 1978 [Documento NT-11/034, de 5 de julio de 1978].

183 Concretamente con la School of Mathematical and Physical Sciences de dicha Universidad, en Falmer, Brighton, Sussex (Reino Unido).

184 Un importante error producido en la misma fue solucionado en el propio campo de lanzamiento 48 horas antes del lanzamiento.

185 Notas de la campaña, redactadas por G. Martelli.

186 Las partes metálicas fueron fabricadas por los Talleres Generales del INTA y cargadas por UERT. Por parte del equipo de proyecto del INTA-300, estos trabajos fueron coordinados por Mariano Vázquez y finalizados el 29 de mayo.



cargas huecas para expulsar la nube de bario en las proximidades del apogeo. Sería seguido por los dos radares de El Arenosillo y con las cámaras fotográficas Mitchell y Fastax del INTA. La base de tiempos para la experiencia se mantenía en hora, al estar sintonizada con el Observatorio de Rugby (Reino Unido).

Los requisitos exigidos eran que el Sol iluminase el lugar donde se preveía la formación de la nube de bario y que las zonas de observación óptica no estuvieran cubiertas por nubes. Por eso tuvo lugar el lanzamiento del cohete, identificado como ITSIB-7801¹⁸⁷ y con una masa al lanzamiento de 512 kg, a las 04:00 Z, de la madrugada del 28 de junio de 1978.

El personal que participó en las operaciones fue más numeroso que el de los anteriores INTA-300, pues eran dos cargas útiles las que volaban y había además varios grupos de apoyo españoles, británicos e italianos, lo que hizo que se precisase una coordinación especial entre todos¹⁸⁸.

Los seguimientos óptico y por radar fueron correctos en los primeros instantes. A los 23 segundos del lanzamiento varias personas vimos claramente un fogonazo de color rojo amarillento. El radar observó una especie de nube de *chaff* en ese preciso momento, que correspondía a los 25 km de altura; las cámaras ópticas, solo las de El Arenosillo claro está, habían registrado todo normal hasta entonces; los datos recibidos por teledividida no revelaban la existencia de nada anormal hasta ese instante. En la cámara de seguimiento infrarrojo se registró la explosión en una sucesión de imágenes, y después continuó apareciendo el punto nítido de la tobera. A simple vista también se apreciaba que parte del vehículo, del que se veía

Tercer prototipo del INTA-300.
Cohete en el lanzador.
Lanzamiento¹⁸⁹.
28 de junio de 1978. ■

claramente el citado punto luminoso, seguía ascendiendo; todo ello parecía demostrar que la segunda etapa seguía volando, considerándose que pudo hacerlo hasta unos 100 km de altura.

Se había producido una explosión al detonar, presumiblemente, la carga explosiva de la experiencia científica. La nube de bario que pudo producirse no era visible al no existir iluminación en esa zona, pues estaba previsto que se originara a una altura mucho mayor. La sensación entre técnicos y científicos era desoladora, los primeros sentíamos más la pérdida del vuelo del cohete y la no obtención de los datos tecnológicos; los segundos, la no consecución de la experiencia científica.

Los estudios inmediatos al lanzamiento no aportaron datos concretos. Algunos lo achacaban a una alta humedad en rampas; de hecho había sido necesario limpiar las zonas en las que era preciso realizar comprobaciones eléctricas antes de la ignición, y ya en la operación del primer prototipo (recordemos que fue en noche lluviosa), se había apreciado, en pruebas realizadas, un incorrecto funcionamiento del temporizador debido a la existencia del vapor de agua.

Se abriría una investigación por el INTA y por el Appleton Laboratory, pero no hubo resultados inmediatos; solo los habría cuando se produjera otro vuelo con un problema similar en El Arenosillo un año después.

Campo Electromagnético y Programa Ionosférico

Pese a que seguía sin conocerse la causa del fallo habido en el vuelo del tercer INTA-300, se iniciaron nuevos contactos por la Universidad de Sussex y BAJ¹⁹⁰ con la Conie y el INTA, explicando que, auspiciados por el SRC, habían realizado seis ensayos con una carga hueca en el Reino Unido sin haberse producido ningún contratiempo. Fruto de esas conversaciones fue la firma de un MOU entre la Universidad de Sussex y la Conie, para la realización de «dos lanzamientos de cohetes Petrel para el estudio de los efectos electrostáticos y magnéticos asociados con la inyección de plasma en la ionosfera, generado por dos cargas huecas para al explosionar producir

187 Siglas de: INTA, Tecnológica, Sussex. IROE, Bario.

188 La coordinación se llevó a cabo por el director del Campo Manuel Vilches y por el jefe del Proyecto Julián Simón, apoyados por Ángel Mateo, del equipo de proyecto; Mariano Vázquez, Robustiano Álvarez y Manuel Otero formaban el equipo de montaje, y Luis Rodríguez y Agustín Rodríguez se encargaban de la carga útil y los sistemas de encendido. También participaron por el INTA Aurelio Puch, Valentín García Pascual y Manuel Lamparero con los equipos fotográficos, y José Luis Sagredo, Carlos Schuller, Francisco Vila y Juan Belloch lo hicieron en funciones de apoyo. G. Martelli lideraba el equipo de la Universidad de Sussex, y Collins participaba por la de Southampton; Ventura dirigía el grupo del IROE y Gallego acudió con los instrumentos del Instituto de San Fernando.

189 La primera imagen fue tomada por el autor. La segunda por Agustín Rodríguez.

190 Fabricante de los cohetes *Petrel* y que había apoyado también los contactos para el lanzamiento de la experiencia científica en el tercer prototipo del INTA-300.

la nube de plasma de bario a unos 162 km de altura»¹⁹¹. Nació así el denominado Programa del Estudio del Campo Electromagnético, mediante la eyección de bario en la ionosfera.

Los apoyos de la Universidad de Southampton, del IROE italiano y del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando, los emplazamientos de las estaciones de apoyo, así como las determinaciones a realizar por los equipos de cada una de ellas, serían similares a los efectuados en el caso del desgraciado vuelo del anterior INTA-300; también la Marconi británica sería la que integrase las cargas útiles.

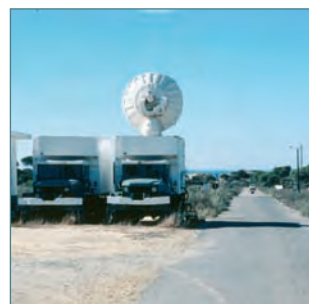
Las cargas útiles eran similares a la experiencia científica volada en el último INTA-300, con unas protecciones para la seguridad de la explosión similares a las utilizadas en el caso de aquel lanzamiento: conmutadores inercial y de presión, este a 50 000 pies, y temporizador a 201 ± 1 s de la ignición —cinco segundos antes del apogeo esperado a los 206 segundos de vuelo—, lo que garantizaría que la detonación solo pudiera producirse en el momento adecuado. La eyección del cono de proa se efectuaría a los 60 segundos, pero la carga útil continuaría con el resto del cohete hasta los indicados 201 segundos.

Las condiciones del lanzamiento exigían cielo claro en El Arenosillo y en Rosal de la Frontera, así como que la Luna no estuviera a menos de 30° del punto de eyección del plasma, mirando desde los puntos de observación. Dos vuelos usando *Petrel 2* eran los programados, y serían los únicos cohetes puestos en vuelo en 1979.

El *Petrel 2* estaba formado por el motor *Lapwing 2*, con 40 s de combustión, en vez de los 30 del *Lapwing 1* usado en el *Petrel 1*; el acelerador llevaba cuatro motores *Chick*, en vez de los tres del *Petrel 1*. Esto le permitía portar una mayor carga útil y tener un apogeo superior a los 140 km.

El primer *Petrel 2* voló en la madrugada del 24 de septiembre de 1979. Todos pudimos ver una explosión a los, aproximadamente, 34 segundos de vuelo, con un efecto idéntico al que se produjo en el caso del INTA-300 y a la misma altura de vuelo. Los sentimientos fueron dispares entre los presentes¹⁹², pero ya podíamos tener la seguridad de que el fallo era debido a la carga útil, lo que dejaba al INTA 300 «libre de toda culpa». Se suspendió el lanzamiento del segundo *Petrel 2*, y se inició una nueva investigación.

Los primeros informes solicitados por el experimentador G. Martelli parecían dar resultado. Las universidades de Sussex y Southampton opinaban que podía ser achacable al «efecto corona», lo que avalaban otras dos universidades más, escocesa una y de Alaska la otra. Ya el INTA había exigido una investigación oficial sobre la carga útil británica, que fue iniciada rápidamente por el Appleton Laboratory; se realizaron simulaciones en cámara de vacío; la respuesta fue rápida y clara: el culpable había sido un fallo en el diseño y fabricación de la carga útil, por eso se produjo el mencionado «efecto corona».





Ahora la investigación fue seria, claro está. El cohete, la carga útil, la electrónica, todo era británico. Pero hay que recordar que el citado laboratorio había sido el que supervisó, en nombre del SRC, no solo esta carga útil, sino también la parte científica, y sobre todo la electrónica, de la del tercer INTA-300, vuelo en el que ya se había producido un fallo similar.

Ambas cargas útiles llevaban una punta de prueba externa a 2000 V; ese alto voltaje y la baja presión atmosférica al llegar a determinada altura habrían hecho que se produjera ese efecto y la correspondiente «chispa» entre la punta de prueba y la masa del cohete, lo que activaría el mecanismo de detonación de las cargas huecas. Quedaba una pregunta para algunos de nosotros:

¿Cómo no había sucedido nada en las experiencias realizadas en el Reino Unido? La respuesta era que esas cargas útiles, al llevar una sola carga hueca, no tenían esa punta de prueba; esta era necesaria para comprobar el circuito que aseguraba el funcionamiento de las dos cargas huecas enfrentadas al unísono, como en el caso del INTA-300 y de este *Petrel*. El propio Appleton Laboratory daba la solución, al menos provisional, para el próximo lanzamiento: sellar la zona de la punta de prueba con silicona o algún adhesivo para aislarla y evitar así el ya repetido «efecto corona».

Con esa mínima modificación, realizada en El Arenosillo, el INTA autorizó el segundo vuelo previsto, que tuvo lugar la tarde del 3 de octubre siguiente, haciéndolo con pleno éxito; fue seguido correctamente por radares y telemedida, y se obtuvieron las filmaciones y fotografías deseadas, consiguiéndose los objetivos perseguidos.

También ese año daba comienzo una nueva actividad que pronto iría adquiriendo gran importancia; se trataba de los estudios sobre energía solar



Laboratorio de Telemedida¹⁹³. Radares MPS 19, aún con las cabezas tractoras a punto de eliminarse. Montaje de la nueva antena de telemedida. Inicio de las obras de Energía Solar. ■

191 MOU firmado entre la Universidad de Sussex y la Conie.

192 Asistieron algunas de las personas del proyecto del INTA-300: Julián Simón y Mariano Vázquez, para la coordinación con el campo y la verificación de las cargas huecas.

193 Imágenes correspondientes a 1979. En la última de ellas aparece, de frente, Francisco Caballero dirigiendo los trabajos.

dirigidos, en ese momento, a la comprobación de funcionamiento de la primera generación de paneles solares térmicos, aprovechando el gran número de horas de Sol en El Arenosillo. Manuel Vilches y Eduardo Mezquida¹⁹⁴ eligieron la ubicación para emplazar la estación y se contrató la construcción de un pequeño edificio. El contacto técnico por parte de El Arenosillo sería Francisco Caballero, quien lo compatibilizaría con sus funciones de Seguridad en Vuelo. Se creaba así el germen de la futura Estación de Energía Solar, luego Laboratorio de Sistemas de Energía Terrestre, del que en su momento hablaremos.

En estas fechas se produjo una importante mejora en las posibilidades de seguimiento por telemida. La Estación de Maspalomas, abandonada por la NASA unos años antes, había sido cedida a la Conie; se decidió que varios de los equipos allí instalados, que no tenían perspectivas de uso para nuevos programas, fuesen entregados a colaboradores de la Conie a los que les pudieran interesar. Por parte de El Arenosillo se trasladó desmontada una torre, sobre la que se instaló, una vez puesta en pie en el campo, una antena de telemida Scientific Atlanta, operando primero en la banda de 2200-2300 MHz, y más tarde también en la de 1600-1700 MHz. Una antena de 4 hélices para telemida en 195-250 MHz y para telecomando en 400-450 MHz, y otra del mismo tipo únicamente para telemida fueron también recuperadas e instaladas en El Arenosillo; así mismo se aprovecharon algunos equipos y material para mejorar el laboratorio de telemida: registradores, analizadores de espectros, nuevos canales de frecuencia para ampliar lo existente, medidores y material de repuesto.

Tan solo se habían efectuado dos lanzamientos en 1979, y únicamente otros dos tendrían lugar en 1980. El Programa Meteorológico no tenía continuidad por el momento, dada la escasez de las partidas presupuestarias, y otras actividades de sondeo atmosférico previstas con cohetes seguían retrasándose.

Los dos lanzamientos de 1979 serían los últimos del Programa Ionosférico Tripartito Conie-NASA-CNES. Se trataba de dos *Nike-Apache*, portadores de experiencias para la medida de la densidad de iones y electrones en la atmósfera, mediante experimentos de rotación *Faraday* y sondas *Langmuir*, en cargas útiles preparadas por el CIF Torres Quevedo y el propio INTA e integradas por CASA¹⁹⁵. Llevaban además sendos *tone-range*, para determinación de trayectoria, en la forma ya comentada en otras ocasiones.

Antes de aprobarse la campaña hubo que resolver ciertos problemas con los motores. Se disponía en El Arenosillo de cuatro *Nike*, dos *Apache* y dos *Cajun*, pero algunos de ellos, que habían llegado al iniciarse el programa en 1970, habían sido llenados de propulsante en 1959, lo que hacía que, pese a los 23 años de vida teórica admitida, pareciera conveniente revisarlos. Se mantuvieron por Javier Casas contactos con la NASA¹⁹⁶, para los que Maria-

no Vázquez fue designado «técnico de armamento para cuestiones de seguridad en tierra y en vuelo»¹⁹⁷; estos condujeron a realizar una inspección radiográfica y visual de los motores, y se permitió su utilización hasta agosto de 1981, aconsejando ciertas precauciones en su manejo; también se consiguió completar el número de iniciadores *Nike* y *Capache* (válidos para *Cajun* y *Apache*) necesarios. Dos *Nike* y dos *Apache* serían empleados sin problema alguno en esta campaña, pero los otros dos *Nike* y los dos *Cajun* nunca se usarían, siendo destruidos años después.

Las cargas útiles habían sido inicialmente preparadas para otros cohetes, por lo que fue preciso lastrar cada una de ellas con una masa próxima a los 25 kg, para así conseguir el margen estático que permitiera un vuelo correcto; por ello las masas totales de las mismas fueron de casi 75 kg, con lo que se preveían apogeos más bajos de los nominales en estos cohetes, del orden de 100 a 110 km. El cono de la carga útil sería eyectado a los 70 segundos de vuelo y la apertura de los brazos de la sonda *Langmuir* tendría lugar 4 segundos después. La telemetría transmitiría datos de la experiencia de *Faraday* hasta los 80 km en la rama descendente, y de la sonda de *Langmuir* desde los 50 km hasta su impacto en el mar.

El primer lanzamiento fue al mediodía del 16 de diciembre, determinándose por radar su trayectoria, en la que alcanzó 99 km de altura. No se recibieron confirmaciones de la eyección del cono, ni de la apertura de la sonda; tampoco funcionó correctamente el *tone-range* y se observó un ruido intermitente en la telemetría.

El segundo lanzamiento tuvo lugar 48 horas después, observándose un funcionamiento correcto de las dos experiencias, *Langmuir* y *Faraday*, y del *tone-range*, así como una excelente recepción de la telemetría; el seguimiento por radar permitió observar un apogeo de 99,6 km, idéntico al obtenido con el propio *tone-range*.

En agosto de ese año se había producido una recuperación de un vuelo, no incluido en las ya comentadas de los globos transmediterráneos. Al amparo de un acuerdo establecido entre la ASI italiana, el INTA y la Universidad de Palestine, en Texas (EEUU), se llevaba a cabo una experiencia mediante el vuelo transatlántico de un globo, denominado *Circe*, que, portando una carga útil tecnológica, fue soltado desde Trapani, para ser seguido también desde El Arenosillo, y recuperado, finalmente, en Estados Unidos. Una incidencia en el vuelo motivó la conveniencia de hacerlo descender en territorio

194 Responsable de los programas de energía solar del INTA durante varios años. Posteriormente subdirector técnico del Instituto, entre otros puestos.

195 La sonda de *Langmuir* era responsabilidad de Fausto Montoya, del CIF Torres Quevedo, y la de rotación *Faraday* lo era de Javier Castro, del INTA; Fernando Mexía dirigía la integración por parte de CASA.

196 El contacto principal de la NASA fue Mr. Flowers.

197 Escrito de nombramiento enviado al interesado por el director del Departamento de Armamento.

español, siendo recuperado gracias a un protocolo similar al de los globos transmediterráneos propiamente dichos.

El cuarto INTA-300 y la Luminiscencia Nocturna

En noviembre de 1980 llegaron a El Arenosillo los motores *Aneto* y *Teide* correspondientes al cuarto y último prototipo del INTA 300, los cuales tenían la particularidad de que habían sido ya llenados de propulsante en el propio Departamento de Armamento del INTA. Ese prototipo no había sido lanzado antes como consecuencia del fallo originado por causas ajenas al cohete en el tercer lanzamiento. Una vez establecidas las causas del mismo en aquel vuelo, se había decidido inicialmente realizar este lanzamiento en el anterior mes de octubre pero, para no hacerlo coincidir con los mencionados vuelos del Programa Tripartito, se retrasó a febrero de 1981.

Su carga útil, la CUT-FL4¹⁹⁸, exclusivamente tecnológica, pretendía repetir mediciones ya efectuadas en los prototipos anteriores: aceleración axial, aceleraciones laterales, presión del *Teide* y temperaturas en tres puntos del exterior de este motor; pero también incorporaba otras experiencias nuevas: un magnetómetro de tres ejes, construido por la Universidad de Sussex, se encargaría de efectuar determinaciones de giro del vehículo, y un acelerómetro piezoeléctrico trataría de medir vibraciones longitudinal y laterales.

Para este cohete fue preciso adaptar la telemetría de El Arenosillo y se efectuó la reducción de datos en tiempo real, al contar con el apoyo de personal del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA)¹⁹⁹, con el que se estaba colaborando para el Programa de Luminiscencia Nocturna del que hablaremos enseguida; esas personas «coadyuvarían en el registro y procesado con ordenador y efectuarían la conversión analógica-digital»²⁰⁰; esta colaboración les serviría además para adquirir experiencia para los seguimientos a efectuar próximamente pertenecientes a ese programa.

El personal del equipo de proyecto que participó en las operaciones para el lanzamiento fue casi el mismo que el del segundo prototipo y para el seguimiento fotográfico se usaron las cámaras Mitchell, Fastax y P-2²⁰¹.

El lanzamiento se realizó el 18 de febrero de 1981, a las 11:12 Z, con una puntería nominal de 200° de azimut y 83,5° de elevación. Por radar se siguió hasta 114 km de altura, y por telemetría se recibió información hasta los 506 segundos de vuelo, tiempo que se supone muy próximo al del impacto. Ambos valores permitieron hacer unas estimaciones, similares en ambos casos, de un apogeo ligeramente superior a los 280 km. El vuelo fue en general correcto, pero se observó una zona crítica, la correspondiente a la fase no propulsada entre ambas etapas, en la que se había producido un fenómeno de resonancia²⁰².

Este año se iniciaron las primeras colaboraciones para el seguimiento traeyctográfico de aviones blanco y misiles *Hawk*, lanzados desde el vecino Cam-

po de Tiro del Médano del Loro, por el Grupo Mixto de Misiles del Regimiento número 74 de la entonces Brigada de Artillería del Estrecho. La inauguración de dicho campo de tiro, y los dos primeros lanzamientos y consecuentes apoyos de seguimiento a misiles y aviones blanco, fueron el 24 de septiembre. Hasta llegar a ese punto habían sido necesarias reuniones de trabajo de Manuel Vilches y Ángel Fernández Abad con los expertos de la unidad militar, para establecer el procedimiento a seguir.

Parece conveniente recordar en este momento que la denominación de aviones blanco es la que se da a los aviones no tripulados utilizados para que sirvan de blanco al tiro de misiles u otro tipo de armas. En el momento que nos ocupa se ponían en vuelo aviones *Chukar* (de procedencia norteamericana) desde el Polígono de Tiro Naval Janer, en San Fernando (Cádiz), y ya se habían realizado anteriormente cuatro seguimientos de vuelos de entrenamiento. Como veremos en su momento, a partir de los años 90, otros tipos de modernos aviones blanco han sido puestos en vuelo desde El Arenosillo para diversos tipos de misiones.

En 1982, y tras las conversaciones y estudios precisos, se daría comienzo a idénticas colaboraciones con la Armada, apoyando de forma similar al Polígono de Tiro Naval Janer y a la Junta de Métodos de Ensayo de la Armada en los ejercicios de lanzamientos que desde fragatas y corbetas se llevaban a cabo en el llamado «saco de Cádiz», frente a las costas de El Arenosillo.

Pero volvamos a 1981 y al que se ha denominado generalmente Programa de Luminiscencia Nocturna. Se trataba, en realidad, de un Programa de Fotometría en Infrarrojos, promovido y financiado por la Conie, dirigido por el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), con el que coadyuvaba el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), siendo José Juan López Moreno, del IAA, el experimentador principal. Una colaboración científica importante sobre estos estudios mantenía el citado IAA con el Institute of Space Studies de la Universidad de Saskatchewan (Canadá).

Javier Casas se encargó de la coordinación del INTA y de El Arenosillo con los experimentadores, y de la del campo con el Departamento de Armamento del INTA, al que se había encomendado la misión de la elección del

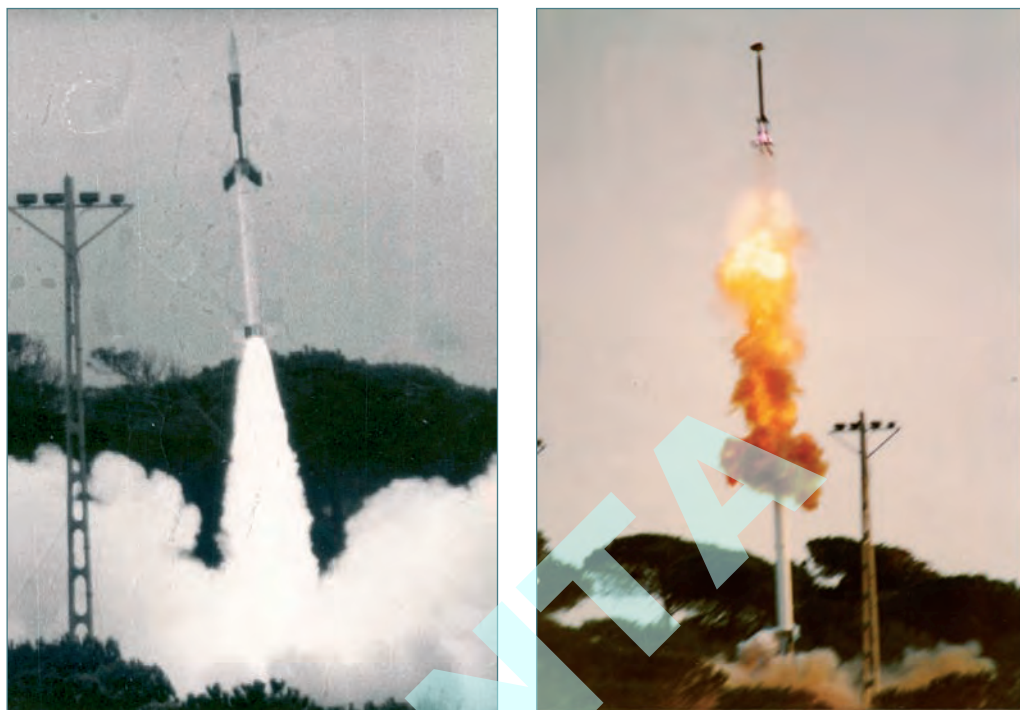
198 Sigla de Carga Útil Tecnológica Flamenco 4.

199 Víctor Costa, Sebastián Vidal y Luis Costillo fueron las personas desplazadas a El Arenosillo.

200 *INTA-300. Proyecto de cohete. Lanzamiento del cuarto prototipo del vehículo INTA-300 FL4P*, Torrejón de Ardoz: INTA, 1981 [Documento NT-09/041, de 26 de mayo de 1981].

201 Al equipo de montaje se incorporaron José María Vizcarra y Agapito Izquierdo, reintegrándose Agustín Rodríguez. Por otro lado, Julio Torralbo, Julio Escuredo y Carlos Antón serían los encargados de operar las cámaras fotográficas.

202 J. Simón, M. Vázquez, L. Rodríguez, A. Mateo y personal del Campo de Lanzamiento: *INTA-300. Proyecto de cohete. Resultados del lanzamiento del cuarto prototipo*, Torrejón de Ardoz: INTA, 1982 [Documento NT-16/042, de 28 de enero de 1982].



vehículo cohete, y el apoyo en el diseño de la carga útil y en la configuración final de vuelo.

El objetivo científico era el estudio de las emisiones de la alta atmósfera (60 a 110 km) en distintas longitudes de onda, con el fin de conocer la composición, la dinámica y la fotoquímica de esa región, lo que solo era posible mediante cohetes de sondeo. Dado que las reacciones químicas producidas en cada capa atmosférica se producen en ausencia de radiación solar, se realizarían los lanzamientos por la noche, y de ahí le vino el nombre de «luminiscencia nocturna» con el que ya hemos dicho que se conocía al programa.

El vehículo seleccionado fue el *Petrel 1*, fabricado por BAJ, firma que apoyaría en el estudio del sistema de eyección de la ojiva, aprovechando la experiencia que poseía sobre el sistema usado para objetivos científicos similares en el Reino Unido. El número de cohetes a lanzar sería de dos.

Las cargas útiles denominadas Focca (sigla de fotómetro de cuatro canales), consistían en cuatro fotómetros para medir la radiación infrarroja en las longitudes de onda de 1267,5 nm correspondiente al sistema infrarrojo del O_2 , y en las de 1551, 1632 y 1698 nm que corresponden al sistema de *Meinel* del OH^{203} . Además, un fotómetro en visible mediría en la longitud de onda de 557,8 nm concerniente a la raya verde del oxígeno atómico. Se consideró aconsejable incluir magnetómetros para apuntamiento del vehículo de acuerdo con la experiencia del INTA-300. La teledirigida operaba en la

Lanzamiento del 4º
prototipo del INTA-300 (18
de febrero de 1981).
Lanzamiento de cohete
Petrel con experiencia
Focca (19 de diciembre de
1981)²⁰⁴. ■

frecuencia de 2250 MHz (banda S). Con los 25,5 kg de la carga útil, el cohete tenía una masa de 121 kg y 3,13 m de longitud.

El primer lanzamiento tuvo lugar el 19 de diciembre a las 20:00 Z; en horario nocturno por tanto. En sus preparativos y ejecución intervinieron, además del propio personal del campo, el que había preparado la experiencia y el de apoyo por parte del Departamento de Armamento, asistiendo además los directores de los dos institutos astrofísicos²⁰⁵.

El vuelo fue correcto, obteniéndose la trayectoria y apogeo esperados. Se consiguió un perfecto seguimiento por radar y telemetría, recibiendo por esta última datos completos, tanto durante la rama ascendente como en la descendente, consiguiéndose los objetivos científicos esperados.

Con la euforia del anterior, el segundo cohete se lanzó el 15 de marzo de 1982 a las 18:00 Z; era al atardecer, lo que hizo que en algunos documentos se le denominase a su experimento como de «luminiscencia diurna»; realmente era así, por oposición al anterior, realizado ya en plena noche. Al existir diferente luminosidad en las zonas de vuelo, había sido necesario modificar las ganancias de las medidas para adecuarlas a las nuevas condiciones de iluminación solar.

En su vuelo se produjeron anomalías importantes. En los primeros momentos la velocidad fue similar a la prevista, pero a los 3 segundos del fin de combustión, se empezó a constatar una importante disminución sobre la esperada, de forma que el apogeo fue de 61,7 km a los 122 segundos, en vez de los 100 que deberían conseguirse 50 segundos después. Por otro lado, en la parte descendente de la trayectoria, se observó por radar la separación de lo que en argot del radar se conoce como «una pelusa», por el escaso eco que produce debido a su pequeño tamaño; algo pequeño se había desprendido del cohete.

La telemetría recibió correctamente hasta el apogeo y sus datos sirvieron para mostrar algunos efectos del fallo producido. De la información aportada por los magnetómetros, se dedujo la presencia de un efecto de «precesión» en los primeros segundos, que luego desapareció, para reaparecer a los 24 segundos, aumentando su frecuencia; por otro lado, se observó que la señal de funcionamiento del sistema eyector de la ojiva se activó y desactivó varias veces, entre uno y cinco segundos de vuelo y entre 66 y 71 segundos, quedando abierto a partir de los 81, lo que parecía indicar que

203 Se denominan bandas de *Meinel* a las que corresponden con el OH «vibracionalmente excitado».

204 La primera fotografía está obtenida de la NT-16/42 del Proyecto INTA-300, ya comentada en el texto. La segunda pertenece a los fondos del autor, sin conocerse el origen de la misma.

205 José María Quintana (años más tarde subdirector del INTA) era el director del de Andalucía y Francisco Sánchez del de Canarias. Las personas del IAA que participaron junto a López Moreno fueron Sebastián Vidal, Antonio López Jiménez, Luis Costillo y Rafael Rodrigo, quien es actualmente presidente del CSIC. Por el Departamento de Armamento del INTA participaron Mariano Vázquez y Luis Rodríguez.

podía haberse producido un movimiento en la cubierta de la carga útil; lo mismo se deducía de las indicaciones aportadas por los fotómetros y otros sensores, al apreciarse entrada de luz, cuya intensidad iba aumentando en el tiempo, pero de distinta intensidad en unos que en otros elementos captadores, lo que podría deberse a un mal cierre de la carga útil.

A esos datos aportados por la telemetría se unió la observación visual del *sabot* o carrillo acelerador, que mostraba un desgaste anormal en una línea longitudinal del mismo. Todo esto condujo a que el informe final indicase «que permite considerar como muy posible causa del fallo, una asimetría en el empuje proporcionado por el sistema acelerador», debido al no encendido o irregularidad en uno de los motores *Chick*, produciendo una flexión del vehículo en el lanzador, que provocó «una rotura de la falda de la ojiva en la línea correspondiente al tornillo cizallable»²⁰⁶, con lo que la ojiva fue eyectada prematuramente, produciendo así el efecto de precesión y las consiguientes disminuciones de velocidad y altura observadas.

Otra posibilidad también barajada fue la de que, una vez colocado el cohete en el lanzador y al elevar este, el propio vehículo se deslizara hacia abajo golpeando con el tope del tubo del lanzador, lo que pudo armar uno de los interruptores inerciales y hacer que la ojiva se eyectara dentro del tubo, haciendo que la misma saliera como un «sombrero mal colocado», lo que explicaría también el desgaste anormal observado. Lo que parece estaba fuera de toda duda era la existencia de un fallo en el sistema de eyección de la ojiva, con lo que al no alcanzar la zona de observación precisa no se consiguieron los objetivos científicos deseados.

Este programa había costado un esfuerzo de más de cinco años a algunos de los implicados en el mismo, y había precisado de una dotación de la Conie del orden de treinta millones de pesetas. Durante la preparación del cohete y en los periodos de lanzamientos, la intensa colaboración del personal del IAA²⁰⁷ con el del Departamento de Armamento del INTA y el de El Arenosillo creó un ambiente muy adecuado para posibles futuros trabajos. Fruto de ello fue la previsión de continuidad, mediante una cooperación entre el IAA, con algunos centros que solían coadyuvar con él, y el propio INTA, a través del previsto Programa de Estudios de Emisión y Absorción Atmosféricas (EEAA).

En la nueva actividad se pensaba incluir no solo estudios con fotómetros, sino también la preparación de lanzamientos para crear formaciones de nube de plasma para el estudio del campo electromagnético, a ser realizadas en colaboración con las universidades británicas de Sussex y de Southampton, y los grupos de investigación italianos IPS (Instituto de Plasma en el Espacio) e IOAS (Instituto Oficial de Astrofísica), para lo que se mantendrían posteriores contactos y se realizarían propuestas de programa ya en 1983. Pese a la propuesta oficial de G. Martelli, la caída en el uso

de cohetes para ese tipo de experiencias, la desaparición de la Conie y la falta de recursos —y quizás de ilusión o interés científico—, hizo que los deseos iniciales no se convirtieran en realidad, como veremos en su momento.

Nuevos programas INTA y relevos de personal

Entre los dos lanzamientos citados habían pasado los cuatro meses del invierno 1981-82 en los que, además de los contactos indicados, habían ocurrido otros sucesos que es conveniente comentar.

Se realizó una nueva campaña de lanzamientos de cohetes S-12, solicitada por el Estado Mayor del Aire, para «obtener las trayectorias con diversos ángulos de lanzamiento, y para comprobar el funcionamiento de los lanzacohetes» —según indica el escrito de solicitud de experimentación—, antes de disparar desde avión, lanzándose alrededor de medio centenar de cohetes²⁰⁸. Las conversaciones de los grupos de personas que en aquel momento participaban en unos u otros programas, y las del propio personal de El Arenosillo, condujeron a proponer un estudio para la instalación de un sistema de telemetría simple que permitiera observar el giro del cohete S-12, que se consideraba conveniente conocer.

Todo se hizo muy rápidamente, pues no era demasiado costoso y no precisaba de la elaboración de un programa ni de la aprobación de ningún presupuesto específico²⁰⁹. La pequeña carga útil se reducía a un sensor luminoso que determinaría la intensidad de la luz en cada instante; el valor obtenido se enviaría mediante una señal en 1680 MHz. Al girar el cohete se produciría un máximo cuando el sensor estuviera dirigido hacia el Sol, para ir disminuyendo a medida que fuera alejándose de esa posición, hasta llegar a un mínimo cuando se colocara en situación opuesta a nuestra estrella y volver a aumentar hasta alcanzar un nuevo máximo al volver a «mirar» al Sol tras su giro de 360°.

El lanzamiento se realizaba el 17 de diciembre de 1981, con un ángulo de elevación de 85°, en un día despejado para facilitar la experiencia. Otro vuelo similar tuvo lugar poco después. En ambos, las señales se recibieron por la telemetría del campo, y las sinusoides así obtenidas permitieron determinar el giro del cohete, si bien no pudieron conseguirse los resultados durante todo el vuelo.

206 La cubierta de la ojiva iba sujeta al resto del vehículo por un único tornillo cizallable, que se «cortaría» al funcionar el sistema eyector.

207 José Juan López Moreno y Sebastián Vidal fundamentalmente.

208 Por parte del equipo de proyecto asistieron Ignacio Prieto, Jesús Jadraque y Vizcarra, entre otros.

209 Las personas que lo promovieron fueron Julián Simón, Javier Casas y Luis Ricca, siendo Luis Rodríguez y Javier Castro los que prepararon la experiencia y la electrónica precisa.

Por otro lado, en este invierno 1981-82 se pusieron en vuelo un total de diez *Super Loki*²¹⁰, comprendidos en el Programa de Anomalía Invernal y Dinámica Atmosférica; tres de ellos se volaron en 1981 con lo que, unidos al último INTA-300 y al primero de los *Petrel* últimamente comentados, nos da la cifra de cinco lanzamientos en ese año. En 1982 fueron ocho el total de los realizados, pues al del segundo de los *Petrel* hay que añadir los siete *Super Loki* para el programa indicado.

El objetivo de estos lanzamientos era el estudio del Calentamiento Súbito Estratosférico (CSE), incluido en el citado Programa de Anomalía Invernal y Dinámica Atmosférica, aprobado por la Conie y el INTA, de acuerdo con las recomendaciones del MAP, para el estudio de la media atmósfera (15 a 100 km). El MAP, cuyo objetivo era el estudio global de las características de la estratosfera y la mesosfera, hacía estas recomendaciones al considerar los posibles efectos del CSE en los vuelos suborbitales, en la lanzadera espacial norteamericana y en la navegación de satélites; a la vez consideraba que su conocimiento serviría para mejorar la predicción atmosférica. Juan Cisneros era el director del Programa, con el que colaboraba Benito de La Morena; se buscaba establecer la relación de las perturbaciones invernales en la ionosfera y las variaciones bruscas del valor total del número de electrones en la capa D.

Se simultaneó con una campaña comprendida en el Programa Ozonográfico²¹¹, con lo que varias de las determinaciones realizadas serían válidas para ambos programas. Se pretendía obtener, mediante seguimientos de ozonosondas y radiosondas, en combinación con los lanzamientos de cohetes, y aprovechando las mediciones de absorción atmosférica en la capa D, realizadas con el sondeador A3, datos que permitieran establecer una correlación fiable entre la variación de dicha absorción con la aparición del calentamiento súbito en la época invernal, y la consiguiente posibilidad de previsión de estos hechos.

El ozono atmosférico y sus variaciones se determinarían con el espectrofotómetro *Dobson* de El Arenosillo. También se estudiaría la evolución de la radiación solar global y se realizarían mediciones de la ultravioleta, contándose con la colaboración del Observatorio del Ebro, que lo haría sobre la variación de la densidad electrónica en las capas E y F, y los cambios del potencial eléctrico; el INM efectuaría radiosondeos en distintos puntos de España, y se podría contar también con los datos de los que efectuase el Instituto Nacional de Meteorología y Geofísico de Portugal.

En los periodos de lanzamiento se realizaban radio y ozonosondeos con la frecuencia exigida en la planificación del programa; la recepción de datos tenía lugar en 1680 MHz usando el receptor Microdyne de Scientific Atlanta, ya mencionado, y un registrador Honeywell. Estos periodos invernales fueron densos en sondeos con globos; además hubo algunos problemas con los *Dart* de los *Super Loki*, pese a lo cual, con esfuerzos, la campaña se llevó a

efecto, operándose 13 sondas de ozono y realizándose más de 1500 observaciones con sondeadores; los datos obtenidos permitirían ya el inicio de un estudio de ozono en El Arenosillo.

Además, con el uso del medidor de absorción ionosférica en la capa D (método A-3), se comprobó la relación entre los cambios en la absorción y los calentamientos en El Arenosillo²¹².

La edad obligaba a hacer un relevo en la Jefatura de El Arenosillo, ya previsto unos meses atrás. En el acta del Comité Ejecutivo de la Conie de 6 de junio de 1982 consta lo siguiente:

El Director General del INTA, con fecha 23 de junio, propone al Ingeniero Técnico Jefe D. Mariano Vázquez Velasco para sustituir a D. Manuel Vilches Villar como Jefe del INTA en El Arenosillo (Campo de Lanzamiento), porque el Sr. Vilches causará baja próximamente en el INTA. El Comité se da por enterado y aprueba la propuesta en sus propios términos.

Pero los cambios no se redujeron a ese nombramiento. Era el momento también en el que otras personas dejaban el INTA: Luis Martínez Cerrillo y Luis Casado, por pase a la situación de retiro, y Javier Casas por su marcha a la empresa privada. Para paliar estas tres ausencias, se dispuso que Mariano Vázquez, como nuevo jefe del Campo desde el 9 de julio, dependiera directamente del director general del INTA, con el apoyo administrativo que fuera preciso por parte de la Secretaría General del Instituto. Ello por una parte facilitaría muchas cosas, pero por otra haría recaer en El Arenosillo, no solo la responsabilidad técnica, sino también el trabajo administrativo y las funciones de programación y enlace con los experimentadores.

Puede ser el momento adecuado para hablar de la organización de El Arenosillo, y del personal de cada una de sus unidades, dependientes todas ellas del jefe del Campo. En lo referente a las eminentemente operativas, la de Montaje y Lanzamiento estaba dirigida por Victoriano López, con Jaime Sáenz y Manuel Pérez Moreno; la de Telemidida, Telecomando y Comunicaciones tenía a Luis Ricca como jefe, junto a Jerónimo Amorós, José Bueno y Manuel Gil Moulet; de Seguimiento Trayectográfico, o Radares, se encargaba Ángel Fernández Abad, contando con Federico Soubrier, Julio Hernández, Arturo Díaz, Alfonso Ramos, Juan Guil y Jesús Narbona; como Oficial de Seguridad en los Lanzamientos estaba Francisco Caballero, y Jesús de Dios atendía las labores de Meteorología.

210 Para los interesados en los datos económicos diremos que estos cohetes, suministrados por Space Data Corporation, tenían un coste unitario de cuatro mil dólares, equivalentes en aquel momento a algo menos de cuatrocientas mil pesetas.

211 Los científicos responsables fueron Javier Cacho y María Jesús Sainz de Aja.

212 Así quedaría reflejado años después en la tesis doctoral presentada por Benito de La Morena en la Universidad de Granada, en 1995, con el título de *Acoplamiento estratosférico y baja ionosfera*. Ver también: B.A. de La Morena and E.S. Kazimirovsky: «Investigation Stratosphere-Lower Thermosphere Coupling in SW España»; *STEP GBRSC News Japan*, vol. 4, nº 2-3, 1995.

En Servicios Generales, a cargo de Adolfo Abad, se encuadraba José Narbona que atendía el botiquín²¹³; al taller mecánico estaban asignados Francisco Martínez y Francisco Fera, y el taller eléctrico lo atendían Francisco Maíllo y Manuel Coello; de los grupos generadores se encargaba Vicente Conejero; los conductores eran Antonio García y José Luis Nieto²¹⁴. Del propio jefe del Campo, dependían Dolores García Andreu, que se encargaba de la secretaría, a la que pronto se incorporaría Reyes Vilches, y Gustavo Castrejón, que lo hacía de la administración; el Servicio de Seguridad y Vigilancia sería dirigido, durante muchos años y de forma eficaz, por el ya citado Federico Soubrier²¹⁵.

Como ya hemos comentado existían otras dos unidades técnicas: la de Energía Solar y la ya llamada Estación de Sondeos Atmosféricos. La primera estaba liderada por Francisco Caballero, con la participación de Jaime Sáenz, ambos a tiempo parcial al ser ya parte de otros grupos de trabajo, y Manuel Fernández Borrero. La segunda, a la que se había dotado recientemente con un medidor de radiación UV (295-385 nm), estaba dirigida por Benito de La Morena y contaba como técnicos con Salvador Rueda y Antonio Hernández.

La incertidumbre y el Programa Globus

Eran momentos críticos para el campo. Por un lado, el cierre, luego solo temporal, del campo de lanzamiento de las Outer Hebrides podría traer «clientes»; el IAA y las universidades de Sussex y Belfast seguían planificando nuevos lanzamientos próximos en el tiempo. Pero por otro lado, la instalación de un *camping*, en los límites de El Arenosillo, podría hacer peligrar si no la propia vida de este, si al menos la posibilidad de ampliación y de adscripción de los terrenos al INTA; contactos oficiales resolvieron en parte el problema, pero continuando como «inquilinos», con el pago de un canon, ya que los terrenos fueron transferidos a la Junta de Andalucía.

En este tiempo eran frecuentes en El Arenosillo las actividades del Grupo Científico de Meteorología del INTA; este desarrolló una carga útil denominada *Eolo*, para la determinación de la evolución del contenido de ozono en la masa de aire en una capa atmosférica determinada, con el fin de ser utilizada a bordo de globos con vuelos de larga duración y analizar así las variaciones observadas. La primera carga fue situada a bordo del globo transmediterráneo *Alios*, de la campaña *Odisea 1982*, permitiendo obtener los valores deseados a lo largo de unas 20 horas, volando a unos 38 km de altura, incluyendo los dos periodos de mayor interés: el alba y el ocaso. Otra unidad similar sería puesta en vuelo posteriormente, desde el Centro de Lanzamiento de Globos Estratosféricos de Aire sur l'Adour (Francia), en una de las operaciones de la campaña del Programa Globus, como comentaremos en su momento.

En los nueve últimos meses de este año 1982 no tuvo lugar ningún lanzamiento de cohetes, lo que hizo que persistiera, e incluso se agravara, la incertidumbre sobre El Arenosillo. Sin embargo, en esos momentos las estaciones de Energía Solar y de Sondeos Atmosféricos empezaron a cobrar más notoriedad; unas veces se hablaba del campo y otras de las instalaciones, pretendiendo así dar más importancia a las mismas; incluso, el cargo del jefe lo era del Campo de Lanzamiento e Instalaciones del INTA en El Arenosillo, para englobar a estas dos estaciones.

También se había terminado la construcción de un «cuartelillo» para el alojamiento de los miembros de la Guardia Civil que prestaban servicio de seguridad al recinto y su perímetro.

La situación económica no era buena: la dotación de 1983 para el Programa de Operación del Campo era de menos de diez millones de pesetas; incorporando las correspondientes partidas para las adquisiciones y mejoras provenientes de los presupuestos de los programas a ejecutar no llegaba a los quince, cifra semejante a los de los arranques de El Arenosillo en los años 60. Sin embargo, la actividad en él se incrementaba. En enero y febrero se combinaron dos campañas; por un lado, la campaña invernal 1982-83 del Programa de Anomalía Invernal y Dinámica Atmosférica, en la que se lanzarían diez *Super Loki*; por otro lado, la del Programa Ozonosférico, en la que se volarían diecisiete ozonosondas, las más de ellas coincidiendo con los lanzamientos de cohetes; además se mantiene una operatividad continuada de todos los sondeadores y otros medios de detección atmosférica. Gracias a una buena planificación se consiguieron los objetivos científicos previstos y, ante los resultados que se iban obteniendo, la campaña de ozono se prolongó hasta el verano.

Pero lo más importante es que ya se estaba gestando la participación en otro programa meteorológico a nivel internacional, siguiendo también las recomendaciones del MAP. Se trataba del Programa MAP/Globus, nacido cinco años antes, que se centraría en el estudio de los valores del ozono estratosférico y de los óxidos de nitrógeno en esa zona, así como en el conocimiento de la dinámica general atmosférica y de la radiación solar. Eran temas en los que la Conie y el INTA ya habían estado trabajando, incluso con campañas en El Arenosillo; recuérdense las experiencias para determinación de oxígeno atómico, en el Programa Ionosférico con el MPI, tras las similares con el IAS belga, el Programa Ozonosférico continuado

213 Un médico cumplía las funciones de atención sanitaria, reglamentada en aquellos tiempos, en los momentos de lanzamiento. En esa época era Evelio Muñoz.

214 La unidad se completaba con Francisco García Rasco y Joaquín Padilla en los servicios del club, y María Sampedro Fernández, Isabel Fera, Manuela Rodríguez y Paulina Tomé en los de limpieza.

215 Para ello contaba con Antonio Fera Cardoso, Ceferino Martín Valencia, Manuel Caballero, Francisco Vázquez, Hilario Gamero, Rafael de los Ríos, Félix Villar y Francisco Durán.

de la propia Conie, o las determinaciones de composición atmosférica empleando métodos de absorción fotométrica recientemente realizados con el IAA.

La dirección científica de la campaña se llevaría a cabo por D. Offermann, de la Universidad de Wuppertal, ya conocido en El Arenosillo. Los principales participantes fueron: el CNES, el Servicio de Aeronomía del CNRS y el CEL (Biscarrosse, Las Landas), por parte francesa; los belgas IAS (grupo científico de M. Ackerman) e Institut Royal Météorologique; por parte alemana, lo harían el Departamento de Física de la citada Universidad de Wuppertal, el Instituto de Meteorología de Berlín (grupo liderado por K. Labitzke) y el Observatorio Meteorológico de Albin-Schwaiger-Weg; también colaboraron científicos y centros británicos, italianos, noruegos, suizos, norteamericanos y japoneses.

Por su parte, la Conie contribuía con su Grupo Científico de Meteorología, dirigido por Juan Cisneros²¹⁶. Sus objetivos concretos se basarían en el estudio del ozono, centrándose en la mejora y determinación de la precisión de los medidores, determinación del campo de ozono y sus estructuras espacial y temporal, así como en la evolución de sus valores en altura y de su valor absoluto; además se realizaría un estudio de la dinámica atmosférica mediante medidas de ozono, tanto en condiciones de atmósfera estable como perturbada. Aportaría además un vuelo de su experiencia científica *Eolo*, similar a la que se había volado en la campaña de globos transmediterráneos *Odisea 82*, como ya hemos indicado en su momento, a bordo de los globos de altos niveles operados en esta campaña y que ahora comentaremos.

La campaña, que se llevó a cabo en septiembre de 1983, tenía su centro de decisión en las instalaciones de CNES, situadas en Aire-sur-l'Adour (Francia). Desde allí se soltaron nueve globos estratosféricos altamente equipados con diversas experiencias, con los que se realizaron determinaciones, que se completaban con las obtenidas en trece estaciones con equipos de sondeo desde tierra, y con los ozonosondeos y radiosondeos que tenían lugar en siete de ellas²¹⁷, además de los cohetes volados desde El Arenosillo, como único campo de lanzamiento participante. Otras mediciones se llevaron a cabo mediante vuelos del avión *Caravelle*, aprovechándose también las realizadas desde satélites.

La importante cooperación de El Arenosillo consistía en las realizaciones de sondeos con el espectrofotómetro *Dobson*, previamente calibrado, a las horas establecidas por la OMM durante todos los días del mes; las de ozonosondeos, todos los lunes, miércoles y viernes a las 12:00 Z, así como en los momentos de la suelta de los globos estratosféricos desde Aire-sur-l'Adour, y cada seis horas cuando hubiera perturbación motivada por un frente frío; y el lanzamiento de cohetes *Super Loki*, coincidiendo con las sueltas de los ya indicados globos. En total, desde el 2 al 30 de septiembre, se vola-

ron seis cohetes, veinte ozonosondas y 16 globos de apoyo; como determinaciones desde tierra se realizaron la de densidad electrónica en las distintas regiones ionosféricas mediante el sondeador de incidencia vertical, la de absorción ionosférica con el medidor A3, la de radiación ultravioleta con el medidor *Eppley* y el contenido total de ozono con el mencionado espectrofotómetro.

Como las alertas obligaban a ozonosondeos frecuentes, que además podían coincidir con los vuelos de los cohetes, fue necesario crear turnos de trabajo y un servicio de alerta, dado que llegaban a existir posibilidades de tres lanzamientos de cohetes y cuatro ozonosondeos en 24 horas, además de los seguimientos de los globos para determinación de vientos, sin contar con las posibles repeticiones por fallos acaecidos; con lo que pese a la planificación hecha por la Jefatura de El Arenosillo, en coordinación con los grupos científicos, las personas que llevaban la dirección de la campaña hubieron de realizar jornadas de hasta 17 horas seguidas.

Pese a todo, es de destacar que en nuestro centro se cubrieron la totalidad de los objetivos; por ello, esa participación de El Arenosillo que facilitó el éxito de la campaña motivó, no solo la felicitación del director general del INTA, sino también el agradecimiento del MAP, además de ser muy valorada por los otros centros participantes y, de forma muy especial, por el Dr. Offermann, de la Universidad de Wuppertall, quien años más tarde lideraría la campaña Dyana como veremos en su momento.

En términos anuales, y pese al escaso presupuesto, se realizaron las campañas indicadas, con 17 cohetes, 35 ozonosondeos y más de 94 globos de apoyo, además de la participación en los globos transmediterráneos y las mejoras en Sondeos Atmosféricos y en Energía Solar, así como la puesta en funcionamiento de nuevos depósitos de agua y el inicio de una mejor red para su distribución.

En enero de 1984 se nombró director general del INTA a Manuel Bautista Aranda, en sustitución de Pérez del Puerto. El cambio no afectó a la estructura de El Arenosillo, cuyo jefe siguió dependiendo directamente del nuevo director general.

Entre diciembre de 1983 y marzo de 1984 se llevaron a cabo otros seis lanzamientos de *Super Loki*²¹⁸ dentro del estudio del CSE, comprendido en el Programa de Dinámica Atmosférica, en el que continuaban trabajando los grupos científicos, siguiendo las indicaciones del MAP. Se acompañaron con sueltas y seguimientos de globos para determinación de vientos

216 Benito de La Morena sería su apoyo científico desde El Arenosillo.

217 Además de El Arenosillo, participaron las francesas de CEL (Biscarrosse), Aire-sur-l'Adour, Uccles y Haute Provence, la italiana de Cagliari-Elmas y la alemana de Hohenpeissenberg.

218 Con el lanzamiento de diciembre fueron 17 los cohetes, todos *Super Loki*, volados en 1983.

hasta la estratosfera, y de radiosondas y ozonosondas; dada la importancia de los resultados que se iban obteniendo, se prolongarían estas actividades hasta junio.

Pero este programa tuvo este año otro objetivo más: el de las llamadas campañas CPA, dirigidas a la correlación de parámetros atmosféricos, siguiendo las iniciativas del MAP. Un *Super Loki* se lanzó al inicio de la primavera para determinar los parámetros en ese periodo, acompañándolo con mediciones desde tierra de la absorción ionosférica (método A3), radiación ultravioleta, contenido total de ozono (*Dobson*), densidad electrónica y actividad solar. Tres cohetes más volarían en septiembre con idénticos fines, continuándose las mediciones desde tierra y soltándose y siguiéndose más de medio centenar de globos para cubrir los objetivos previstos en el Programa de Dinámica Atmosférica, que de esta forma ponía punto final a su fase operativa, continuando los estudios de interpretación de resultados y la colaboración con el Atmap, para aportar datos de esta y anteriores campañas, difundiéndolos a la comunidad científica²¹⁹.

El INTA-100 Rocío

Pero a los nueve *Super Loki* lanzados en 1984 habría que añadir tres lanzamientos de otro cohete INTA. En junio de este año se iniciaron en El Arenosillo los vuelos del desarrollo del nuevo cohete INTA-100. El objetivo que pretendía la Conie con su proyecto, del que se empezó a hablar en los años 70, era disponer de un vehículo capaz de cubrir sus necesidades de sondeos atmosféricos de vientos y temperatura, que sustituyera a los cohetes *Super Loki* y *Skua* que se continuaban utilizando en aquel momento.

Tras estudios previos, se inició el proyecto hacia 1981 por el Departamento de Armamento del INTA, para conseguir un vehículo, lo más nacional posible, capaz de eyectar una carga útil de algo más de 5 kg a una altitud superior a 75 km para que, descendiendo con paracaídas metalizado, permitiera medir vientos y temperatura. Precisamente, los ensayos para la determinación del material para el paracaídas se realizaron en El Arenosillo, con vuelos de globos, a finales de 1982.

El nombre de INTA-100 se había adoptado por los 100 mm previstos de diámetro. Siguiendo lo que hemos hecho para los anteriores cohetes INTA, no daremos detalles de proyecto ni características, salvo lo preciso para entender lo realizado en El Arenosillo. Pronto se definió el diámetro definitivo, 120 mm, y en 1981 se llevaron a cabo, como ya hemos indicado, ensayos en El Arenosillo de cohetes S-12 con un transmisor de telemetría previsto para este proyecto, ensayos que se repetirían en 1984.

Se realizaron, al menos, dos versiones básicas. La primera etapa era el motor del S-12, que recordemos tenía un diámetro de 100 mm, con una longitud de 1,64 m y 28 kg de masa²²⁰, produciendo su empuje durante un se-





Pegatina de El Arenosillo.
INTA-100 *Rocío 1*, lanzado
el 13 de junio de 1984.
Equipo de radares²²¹. ■

gundo de combustión. La segunda etapa, el motor *Urbión*²²², tenía un diámetro de 120 mm y 2,5 m de longitud, y su tiempo de combustión variaba, según la versión, entre 30 y 35 s. Con una masa al encendido de unos 68 kg, se ponía en vuelo utilizando el lanzador del *Skua* al que, sobre la viga ya adaptada para el INTA-300, se había colocado un nuevo raíl de 8 m de longitud, por el que el cohete se deslizaba mediante los llamados tres «pies de lanzamiento», el más delantero de ellos eyectable.

Pero vayamos ya a los vuelos²²³. La primera campaña tuvo lugar en junio del mencionado 1984²²⁴. Los días 11 y 12 volaron sendas maquetas, que

219 Un ejemplo de ello es el trabajo *The winter anomaly in «El Arenosillo» range*, presentado por Benito de La Morena al XXV Plenary Meeting del Cospar, en Graz (Austria), en 1984.

220 Estos valores son evidentemente sin ojiva, por lo que no coinciden con los datos indicados anteriormente al hablar del vehículo completo.

221 Pegatina diseñada por José Laguna. En la imagen principal aparecen, de izquierda a derecha: Alfonso Ramos, Ángel Fernández, Federico Soubrier, Jesús Narbona, Julio Hernández, Arturo Díaz y Juan Guil (fotografía facilitada por Arturo Díaz).

222 Se continuaba así con la tradición de dar a los motores cohete nombres de montes españoles.

223 Laboriosa ha sido la búsqueda y concreción de los datos de los lanzamientos pero, la colaboración con Julián Simón, jefe del Proyecto, ha permitido identificar todos los cohetes con las fechas y horas de ensayo obtenidas de información existente en diversos documentos de El Arenosillo y notas personales.

224 A ella asistieron el jefe de Proyecto Julián Simón, Carlos Egea y Gerardo Muros; Robustiano Álvarez, Manuel Otero, Jesús Vera y Joaquín Salcedo formaban parte del equipo de montaje, y Luis Rodríguez Martín se encargaba de los sistemas de ignición. Gonzalo Mosquera, Fernando Rodrigo y Eugenio Vidal, entre otros, se incorporarían a campañas posteriores. Manuel Lamparero, Julio Escuredo y Cayetano Doñamayor constituían el equipo de fotografía y vídeo, y Manuel Gil Ojeda y Manuel Angulo asistirían como futuros responsables de la carga útil meteorológica para este cohete.

habían recibido el nombre de *Zorzal*, cuya segunda etapa estaba formada por el *Urbión*, pero con carga inerte, salvo una pequeña cantidad de propulsante –lo que en términos pirotécnicos llamamos una «galleta»–, para permitir observar la correcta ignición, y consecuente separación, de esa segunda etapa.

Ambas, con bajo ángulo de lanzamiento, 75°, volaron correctamente produciéndose la esperada separación. Por eso se decidió realizar al día siguiente un tercer vuelo, ya del primer prototipo tecnológico, que volaría con el nombre de *Rocío*²²⁵.

El ya prototipo *Rocío-1*, lanzado el día 13 con 80° de elevación, voló correctamente durante 230 segundos alcanzando únicamente 45 km de altura, como se esperaba, pues la cámara del motor estaba sobredimensionada y algunas piezas se habían fabricado en acero en vez de aleación ligera. La campaña había sido un éxito y un nuevo cohete con la «marca» INTA entraba a engrosar la nómina de los lanzados en El Arenosillo.

En marzo de 1985 se realizaron varios ozonosondeos, hecho destacable por ser El Arenosillo uno de los centros elegidos para colaborar en una campaña internacional, liderada por el Centro Nacional de Investigaciones Meteorológicas de Toulouse (Francia), simultaneando ozonosondeos en las zonas europea y mediterránea con medidas espectroscópicas llevadas a cabo desde avión en vuelo a gran altura en esas mismas zonas.

En esos días tuvo lugar una segunda campaña de INTA-100, volándose el *Rocío 2*, el segundo prototipo, el 27 de marzo. En la ficha en la que se reflejan las anotaciones del lanzamiento se indica que:

...a la salida del lanzador se observó un brusco giro hacia atrás y [hacia] el lateral derecho, perdiendo la trayectoria inicial en 56° de acimut. La combustión fue normal visiblemente y, una vez estabilizado, siguió una trayectoria sin variación, [aunque] no subiendo lo previsto²²⁶.

La investigación realizada tras el lanzamiento, con los datos aportados por los radares, indicó que la ojiva había sido expulsada en vuelo, que el desvío en acimut había sido algo superior a los 45° y que solo se había llegado a una altitud de 33 km, lo que estaba suficientemente explicado por los dos motivos antes mencionados. La campaña sería cancelada hasta que se efectuara una revisión del diseño y construcción del sistema de eyección de la ojiva.

Dos vuelos, los de los *Rocío 3* y *4*, se llevarían a cabo en junio. En el primero se observó un cabeceo al abandonar el lanzador, un fallo en el encendido de la segunda etapa y una variación en acimut. Tras varias reuniones en El Arenosillo, se acordó no suspender la campaña, sino revisar profundamente el cohete a lanzar, hacer ligeras modificaciones y efectuar el vuelo seis días después. Esta vez se produjo una ligera desviación en el apogeo, pero alcanzándose los 74 km de altura; al estimarse que sin esa anomalía se hubieran conseguido los 90 km, se planificaría otra campaña, a realizar tras nuevos estudios.



Cohete Nike. ■

Esta tuvo lugar en noviembre. Los *Rocío 5* y *6*, el segundo de ellos, con *chaff*²²⁷, sufrieron menores desviaciones en su vuelo y alcanzaron apogeos del orden de 100 km. Se estimó conveniente estudiar posibles variaciones aerodinámicas y se acordó llevar a cabo nuevas campañas, pero la Ley de la Ciencia, de la que pronto hablaremos, dejó huérfano al proyecto del INTA-100. Por otro lado, la importante disminución en el uso de cohetes de sondeo haría que no se realizase ningún otro lanzamiento en El Arenosillo hasta 1990.

Era pues necesario continuar reforzando otras actividades ya iniciadas: Programa Ozonoférico, Globos Transmediterráneos, Energía Solar, Sondeos Atmosféricos, colaboraciones con los tres ejércitos y con la industria de defensa, así como con otros departamentos del INTA, e intentar «captar clientes» a pesar de las dificultades antes expresadas.

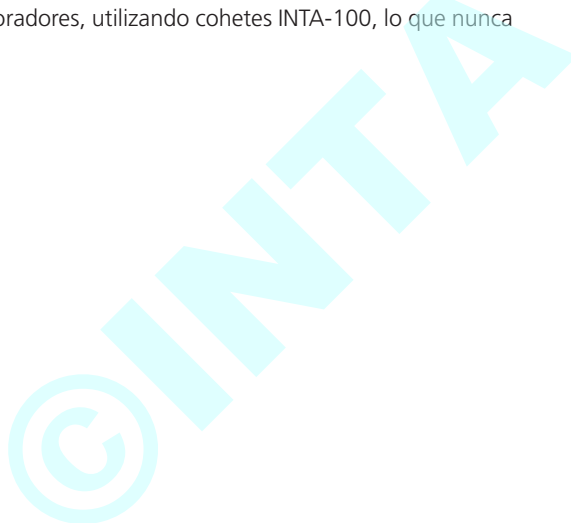
225 Recuerdo que tras el correcto vuelo de ambas maquetas y mientras, desde mi despacho, en presencia de Julián Simón y alguna otra persona del equipo de proyecto, informaba al director general del INTA y pedía autorización para volar un prototipo, alguien del campo, creo que Luis Ricca, propuso dar al cohete el nombre de *Rocío*, al haber sido la romería días antes; obtenida la autorización de lanzamiento, apoyé la propuesta, pensando en mi hija Rocío y, al hacerla suya Julián Simón, quedó definitivamente adjudicado ese nombre.

226 Datos reflejados en la Hoja de Lanzamiento del cohete RP-8501 (identificación usada al lanzamiento del *Rocío 2*).

227 El proyecto preveía el diseño de una carga con *chaff*, pero pronto se abandonó la idea.

Se mejoraron las instalaciones de Energía Solar y se continuaron realizando ensayos de homologación, durabilidad y comportamiento de colectores. En la Estación de Sondeos Atmosféricos se puso a punto, y empezó a operar, el sistema de determinación de potencial eléctrico a un metro de la superficie, que se incorporaba a los otros equipos de medida existentes.

Ese mismo año, en 1985, se mantuvieron contactos con el Dfvlr para posibles lanzamientos de cohetes, y con la también alemana MBB y CASA para ejercicios de evaluación de misiles, lo que parecía presagiar otras posibilidades para El Arenosillo si se podía invertir en él. Además se estudiarían solicitudes de programas para investigación de la capa D con el Observatorio del Ebro²²⁸ y otros colaboradores, utilizando cohetes INTA-100, lo que nunca pudo hacerse realidad.



228 El padre Alberca era el contacto del Observatorio con El Arenosillo.



Desde aquellas playas de Huelva partieron los primeros cohetes españoles que apuntaban al espacio, germen de lo que llegó a tener un desarrollo tan notable, que se quedó a un paso de poner satélites en órbita. Pero esa será otra historia. De momento esta es la de un camino: el que lleva del viejo Arenosillo –viejo por pionero– al CEDEA; que no quiere perder, ni en siglas, su nombre; contada por uno de sus protagonistas: Mariano Vázquez Velasco.

Es, por tanto, testimonio de primera mano. Globos sonda cargados de experiencias científicas, concienzudos trabajos para desvelar causas y consecuencias de aquel famoso agujero de ozono, decididos esfuerzos para que la energía no dependa de fósiles, experimentos para desarrollar las posibilidades del hidrógeno... En definitiva ciencia y técnica en estado puro.

¡Qué corto es el vuelo de un cohete! Asegura Mariano Vázquez que sentía «envidia» de los constructores de catedrales. Sin embargo él mismo se pone el bálsamo en tan comprensible herida, porque los libros de historia consiguen «que los hechos narrados continúen vivos».



Lo que empezó siendo un campo de lanzamiento de cohetes sonda se ha convertido con el transcurso del tiempo en un moderno centro: el Cedeá (Centro de Experimentación de El Arenosillo) dedicado fundamentalmente al ensayo de misiles, y con dos laboratorios en los que se realizan estudios de la alta atmósfera e investigación de energías renovables con aplicaciones biotecnológicas.

Mariano Vázquez relata en este libro los difíciles comienzos, las vicisitudes, los logros y las transformaciones habidas en el Campo desde su creación en los años 60 hasta la actualidad.... en definitiva, la historia de esta institución y de las personas que, como él, han dedicado sus conocimientos, su esfuerzo y una gran parte de su vi-

da profesional al desarrollo y perfeccionamiento de programas e instalaciones, hasta verla convertida en un centro de excelencia tecnológica en el ámbito espacial.

Este libro aúna el rigor documental con la amenidad en la exposición. Para su realización, el autor ha manejado una amplia documentación (se trata de documentos inéditos en muchos casos) a la que ha sumado su propia experiencia y las aportaciones testimoniales de muchas de las personas que han colaborado en los distintos proyectos desarrollados en El Arenosillo.

La primera parte del libro detalla los primeros pasos para el establecimiento de un Campo de Lanzamiento desde que se crea la Conie (Comisión Nacional de Investigación del Espacio) en estrecha relación con el INTA, que en octubre de 1963 cambiaba su nombre al de Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial para una mejor adaptación a las funciones que habría que cumplir en los albores para España de la era espacial. Se narran los difíciles comienzos de El Arenosillo, cuando la escasez de medios materiales y humanos era suplida con entusiasmo, larguísimas jornadas laborales e incluso con la imaginación de los «pioneros» del Campo de Lanzamiento, haciendo posible la realización de la primera campaña en colaboración con la NASA.

La segunda parte está dedicada a importantes hitos, como los Programas de Granadas Acústicas, el Programa Ionosférico, el Meteorológico (que pronto se iría dirigiendo hacia los estudios de la física atmosférica y del ozono), la recepción de los datos enviados por el primer satélite español lanzado por el INTA: el Intasat (en noviembre del 74), y sobre todo, a la realización de estudios astronómicos en colaboración con el MPI, a los ensayos de los primeros cohetes de sondeo del INTA (INTA-255 e INTA-300), a los estudios de luminiscencia, al programa ozonosférico con cohetes y a los estudios de Globos Estratosféricos relacionados con diferentes ramas de la Ciencia, desde la Astronomía a la Biología.

Finalmente, se describe la transformación que desembocará en el Cedeá, mientras se llevaban a cabo los dos últimos programas científicos con cohetes: el Dyana, para continuar con el estudio de la Dinámica Atmosférica, y los estudios de emisión y absorción atmosféricas.

El propio CEDEA, con su capacidad para ensayos de misiles y otros vehículos aéreos, y los otros dos laboratorios allí establecidos: la Estación de Sondeos Atmosféricos y el Laboratorio de Sistemas de Energía Terrestre, constituyen unas instalaciones de gran excelencia en la realización de los trabajos tecnológicos y científicos mencionados.

